

CONCRETO

& Construções



Ano XL
69
JAN-MAR • 2013

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

INFRAESTRUTURA GERAL E URBANA

CONCRETO: PRESENTE NAS OBRAS DE INFRAESTRUTURA POR TODO PAÍS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

JOSÉ ROBERTO BERNASCONI:
ENGENHARIA A SERVIÇO
DA SOCIEDADE

ENTENDENDO O CONCRETO

CONTROLE DA
RESISTÊNCIA
DO CONCRETO

MERCADO NACIONAL

PERSPECTIVAS
DO SETOR
CONSTRUTIVO

Esta edição é um oferecimento das
seguintes Entidades e Empresas

Abcic
Associação Brasileira da Construção
Industrializada de Concreto



ENGEMIX
Votorantim
Cimentos



GRACE

Holcim

ITAMBÉ
Cimento para toda obra

LENTON

MEGA concreto

**CIMENTO
NACIONAL**

**SCHWING
Stetter**

Sika

SNIC
SINDICATO NACIONAL DA
INDÚSTRIA DO CIMENTO

T & A
PRÉ-FABRICADOS

WCH
Consultoria, Equipamentos para Pré-Moldados

Adote concretamente

a revista **CONCRETO & Construções**

DE 29 DE OUTUBRO
A 1º DE NOVEMBRO

2013

Centro de Eventos
ExpoGramado

Gramado | Rio Grande do Sul



55º Congresso
Brasileiro
do Concreto

GRAMADO | RS



TEMAS

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

DATAS IMPORTANTES

- | | |
|-----------------------|--------------|
| Envio de resumos | 25 de Março |
| Aceitação dos resumos | 13 de Abril |
| Envio dos artigos | 6 de Maio |
| Aceitação dos artigos | 3 de Junho |
| Envio para revisão | 22 de Julho |
| Aceitação final | 12 de Agosto |



ESTANDES E PATROCÍNIOS

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



REALIZAÇÃO



Rua Julieta do Espírito Santo Pinheiro, nº 68
Jardim Olímpia – CEP 05542-120
São Paulo – SP – Brasil
Telefone (11) 3735-0202 | Fax (11) 3733-2190

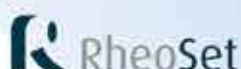
- www.ibracon.org.br
- facebook.com/ibraconOffice
- twitter.com/ibraconOffice

APOIO



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

ADITIVOS



RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL



ARMADURA



EQUIPAMENTOS



ADIÇÕES



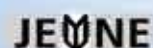
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Escola Politécnica - USP



JUNTAS



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



I.a.falcão bauer



EPT - ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A.



CONSTRUTORAS



Construtora Andrade Gutierrez SA



ODEBRECHT

FÔRMAS



CIMENTO



Holcim



Associação Brasileira de Cimento Portland



CIMENTO NACIONAL

AGREGADOS



GOVERNO



Companhia Saneamento Básico do DF



Eletrobras Furnas



PETROBRAS



CONCRETO





**INSTITUTO BRASILEIRO
DO CONCRETO**

Fundado em 1972
Declarado de Utilidade Pública
Estatual | Lei 2538
de 11/11/1980
Declarado de Utilidade Pública
Federal | Decreto 86871
de 25/01/1982

DIRETOR PRESIDENTE
Túlio Nogueira Bittencourt

DIRETOR 1ª VICE-PRESIDENTE
José Marques Filho

DIRETOR 2ª VICE-PRESIDENTE
Julio Timerman

DIRETOR 1ª SECRETÁRIO
Antonio Domingues
de Figueiredo

DIRETOR 2ª SECRETÁRIO
José Tadeu Balbo

DIRETOR 1ª TESOUREIRO
Claudio Sbrighi Neto

DIRETOR 2ª TESOUREIRO
Carlos José Massucato

DIRETOR TÉCNICO
Inês Laranjeiras
da Silva Battagin

DIRETOR DE EVENTOS
Luiz Prado Vieira Júnior

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

**DIRETOR DE PUBLICAÇÕES
E DIVULGAÇÃO TÉCNICA**
Hugo da Costa Rodrigues Filho

DIRETOR DE MARKETING
Cláudia Henrique de Castro

**DIRETOR DE RELAÇÕES
INSTITUCIONAIS**
Arcindo Vaquero Y Mayor

DIRETOR DE CURSOS
Iria Lícia Oliva Doniak

**DIRETOR DE CERTIFICAÇÃO
DE MÃO DE OBRA**
Roseni Cezimbra



CRÉDITOS CAPA
LINHA VERDE - CURITIBA - ASSOCIAÇÃO
LATINO-AMERICANA DE SISTEMAS INTEGRADOS
E BRT - SIBRT /URBANIZAÇÃO DE CURITIBA
S.A. - URSB. WWW.SIBRTONLINE.ORG

seções

- 7 Editorial
- 9 Coluna Institucional
- 11 Converse com IBRACON
- 14 Encontros e Notícias
- 21 Personalidade Entrevistada:
José Roberto Bernasconi
- 39 Mercado Nacional
- 52 Entidades da Cadeia
- 82 Mantenedores
- 99 Acontece nas Regionais
- 102 Agenda de Eventos

30 **METRÔ**
Linha 15 (Prata): projeto, construção e remodelação

42 **ARENAS ESPORTIVAS**
Projeto e execução do Itaquêrão

47 **PRÉ-FABRICAÇÃO**
Logística de blocos de concreto e lajes pré-moldadas içadas

54 **EFEITOS DE CARGAS**
Estudo comparativo de cargas permanentes, trens-tipo
e veículos reais em pontes

62 **MONITORAÇÃO**
Sistema de monitoramento da barragem de Itaipu

70 **OBRAS EMBLEMÁTICAS**
Balanço dos projetos e das obras no Rodoanel Mario Covas

75 **ENTENDENDO O CONCRETO**
Os valores de resistência à compressão envolvidos no
controle tecnológico do concreto

85 **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**
Influência da velocidade de projeção no comportamento
do concreto

92 **DURABILIDADE**
Estudo da vida útil do concreto de pavimento reforçado com
fibras de aço de pneus



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

ISSN 1809-7197
Tiragem desta edição:
5.500 exemplares
Publicação Trimestral
distribuída gratuitamente
aos associados

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

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

PROJETO GRÁFICO E DTP
Gill Pereira
gill@elemento-arte.com

ASSINATURA E ATENDIMENTO
office@ibracon.org.br

Gráfica: Ipsis Gráfica e Editora
Preço: R\$ 12,00
As ideias emitidas pelos entre-
vistados ou em artigos assinados
são de responsabilidade de seus
autores e não expressam, neces-
sariamente, a opinião do Instituto.

Copyright 2013 IBRACON.
Todos os direitos de reprodução
reservados. Esta revista e suas
partes não podem ser reprodu-
zidas nem copiadas, em nenhu-
ma forma de impressão me-
cânica, eletrônica, ou qualquer
outra, sem o consentimento por
escrito dos autores e editores.

PRESIDENTE DO
COMITÊ EDITORIAL
■ Paulo Helene
(PhD, ALCONPAT, EPUSP)

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



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



Comprometimento Profissional

No último Congresso Brasileiro do Concreto, ocorrido em Maceió em outubro de 2012, cerca de 120 profissionais assistiram a apresentação oral do trabalho intitulado: “A Importância da Acreditação Laboratorial e da Certificação de Mão de Obra no Controle de Aceitação do Concreto” de autoria de Carromeu et al.

Esses poucos profissionais ficaram chocados ao saber que apenas duas empresas de Laboratório de Controle do Brasil estão acreditadas pelo INMETRO, programa Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio RBLE, para fazer ensaio de compressão na sede e ensaio de consistência, amostragem, moldagem e sazonalidade em campo, ou seja, no canteiro de obras.

São apenas 20 os Laboratórios de Controle acreditados no país para fazer o ensaio de

compressão axial numa sede fixa; desses, 15 estão em São Paulo.

Rio Grande Sul, Santa Catarina, Espírito Santo, Ceará e outras importantes praças, entre elas o DF, não têm sequer um Laboratório Acreditado.

No entanto, nas obras, há centenas de autodenominados Laboratórios de Controle realizando o mais importante ensaio do setor, o de comprovação da conformidade da resistência à compressão do concreto, responsável pela segurança, estabilidade e durabilidade de, praticamente, 95% das estruturas de edificações e obras de arte do país.

Durante os profícuos debates ocorridos logo após a aterradora apresentação, profissionais e personalidades importantes do Mato Grosso do Sul e do DF declararam que fecharam seus laboratórios de Controle devido à concorrência desleal, predatória e aviltante de colegas que não controlam adequadamente, mas têm preços convidativos.

Depois da catástrofe do Edifício Liberdade no Rio de Janeiro, várias iniciativas têm defendido a importância de vistorias e inspeções. Hoje, tramita na Câmara, um projeto de lei com âmbito nacional, instituindo a obrigatoriedade de inspeções periódicas nas edificações públicas e privadas. Alguns Municípios e mesmo alguns Estados já publicaram leis e regulamentos a esse respeito na expectativa de reduzir tragédias.

O recente incêndio ocorrido em Santa Maria, evidenciou a inadequabilidade daquela edificação, sem condições de evacuação das pessoas, sem chuveiros tipo sprinkles, e revestida internamente com material combustível que liberou gás tóxico matando 241 jovens. Bastava ter obedecido algumas normas existentes mostrou claramente o relatório do CREA-RS.

Sabe-se também de inúmeros casos de obras entregues com problemas que atormentam seus usuários e exigem retrabalho e “pequenos consertos”, às vezes repetidos durante anos.

Fica então a pergunta: O que há de comum em todos esses lamentáveis episódios?

Em primeiro lugar, uma questão de raiz: O sistema CREA/CONFEA confere automaticamente a todos os egressos de toda e qualquer Universidade ou Faculdade de Engenharia do país a carteira de Habilitação Profissional, com poderes Totais e Vitalícios. Não faz o controle da verdadeira capacitação dos engenheiros com provas, exames ou análises de CVs, e confere as mesmas atribuições a um recém-formado que a um engenheiro sênior..

Em segundo lugar, uma questão de capacitação da mão de obra e dos profissionais: Poucos dos “chamados” Laboratórios de Controle e Ensaio estão acreditados na RBLE e menos ainda empregam laboratoristas certificados pelo IBRACON/INMETRO. Também uma reduzida parcela dos 300mil profissionais de engenharia civil atuantes no Brasil frequentou eventos, congressos e palestras do setor, e menos ainda obteve atualização profissional em cursos de especialização, cursos de mestrado e doutorado profissionais ou acadêmicos.

Sabe-se que um projeto estrutural hoje para uma estrutura de concreto de edifícios que superem 5 pavimentos deve atender a pelo menos a 20 normas brasileiras, a saber: NBR 5674:2012; NBR 6118:2007; NBR 6120:2000; NBR 6122:2010; NBR 6123:1990; NBR 7191:1982; NBR 8953:2011; NBR ISO 9000:2000; NBR 12655:2007; NBR 14037:2011; NBR ISO 14040:2009; NBR ISO 14044:2009; NBR 15200:2012; NBR 15421:2006;; NBR 15575:2008; NBR 15696:2009; NBR ISO 26000:2010, além das normas do Ministério do Trabalho, das Prefeituras e dos Bombeiros.

Parece evidente que construir, controlar ou projetar estruturas de concreto hoje exige uma equipe disciplinar ou, no mínimo, um profissional experiente, atualizado e com visão holística do problema.

A existência de normas, regras e leis, como a NBR 9077:1999, que regula saídas de emergência em edificações, não atendida pela Boate Kiss, não impede, por si só, tragédias.

A existência de mais de 20 normas, regras e leis para bem projetar uma estrutura de concreto não impede mazelas e tragédias, como a do Edifício Real Class em Belém do Pará.

A existência de normas claras para produção de concreto em Centrais e de normas completas para bem construir com pré-fabricação ou em canteiros de obras não é suficiente para impedir concretos e estruturas deficientes e mal construídas.

A existência de leis e normas obrigando inspeções periódicas em edificações não é suficiente para evitar tragédias, até porque muitos colegas não estão preparados para a complexidade, que envolve ensaios específicos, que comporta uma inspeção de uma estrutura do ponto de vista estrutural.

O que pode estar faltando?

Talvez comprometimento, ética, conscientização e responsabilidade sejam as palavras de ordem, chaves e urgentes do setor. Talvez uma “entidade” séria, ágil e competente, similar aos PROCONs, mas que defendesse a sociedade e os bons engenheiros, pudesse ajudar a criar uma cultura nacional sobre a segurança, o bem projetar e o bem construir. A ela, poderiam ser denunciados casos de incompetência, omissão, distorção do certo, desobediência à legislação e, com isso, elevar a qualidade do exercício profissional.

O que conforta é que os profissionais do bem ainda são a grande maioria.

O IBRACON, junto com ABECE e ALCONPAT, acabam de lançar um “Programa de Redução de riscos e aumento da vida útil das estruturas”, gerenciado pela competente empresa NGI, com apoio da ABESC, IBTS, ICZ, WEBER e outras que estão recém-aderindo e fazendo sua parte e seu papel.

Venha se juntar a esse movimento de “comprometimento profissional”.

Abrços de
Paulo Helene
SÓCIO-HONORÁRIO ●



Instituto Brasileiro do Concreto

Organização
técnico-científica
nacional de defesa
e valorização da
engenharia civil.

Fundada em 1972, seu objetivo é promover e divulgar conhecimento sobre a tecnologia do concreto e de seus sistemas construtivos para a cadeia produtiva do concreto, por meio de publicações técnicas, eventos técnico-científicos, cursos de atualização profissional, certificação de pessoal, reuniões técnicas e premiações.

Associe-se ao IBRACON!

Benefícios da associação

- Receba gratuitamente as quatro edições anuais da **revista CONCRETO & Construções**
- Tenha descontos de até **50% nas publicações técnicas do IBRACON** e de até **20% nas publicações do ACI**
- Descontos nos eventos promovidos e apoiados pelo IBRACON, inclusive o **Congresso Brasileiro do Concreto**
- Oportunidade de participar de **Comitês Técnicos** intercambiando conhecimentos para fazer valer suas opiniões técnicas

Fique bem informado!

Informações: acesse o link ASSOCIADOS no site www.ibracon.org.br

Núcleo de certificação de pessoal – NQCP

ROSENI CEZIMBRA – DIRETORA DE CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA
DO IBRACON e APOIO ENGENHARIA NA CONSTRUTORA NOBERTO ODEBRECHT

A qualificação técnica do pessoal que trabalha no controle tecnológico de concreto, tanto colhendo amostras no campo como realizando ensaios em laboratórios, é a chave para garantir a durabilidade das estruturas em concreto, seja pré-fabricada ou moldada “in loco”.

É importante esclarecer a definição: Qualificação profissional é a preparação do cidadão através de uma formação profissional para que ele ou ela possa aprimorar suas habilidades para executar funções específicas demandadas pelo mercado de trabalho.

A qualificação profissional não é uma formação completa. Ela é utilizada como complemento da educação formal, podendo ser aplicada nos níveis básico, médio ou superior. Sua carga horária vai depender da necessidade de aprendizagem.

Seu objetivo principal é a incorporação de conhecimentos teóricos, técnicos e operacionais relacionados à produção de bens e serviços, por meio de processos educativos desenvolvidos em diversas instâncias (escolas, sindicatos, empresas, associações).

Por outro lado, a Certificação profissional é o processo pelo qual um organismo de certificação estabelece que uma pessoa atende aos requisitos de competência especificados, incluindo solicitação, avaliação, decisão sobre certificação, supervisão, recertificação e uso de certificados.

A diferença entre a qualificação e a certificação é que a certificação atesta se o profissional incorporou os conhecimentos da qualificação e se tem a experiência na prática, pois são realizados exames teóricos e práticos e um dos pré-requisitos para a certificação é ter a experiência profissional na área.

A importância da certificação para o profissional é agregar valor à sua qualificação, trazendo para ele a chance de um organismo de certificação de pessoas acreditado pelo INMETRO (OPC-10). O certificado atesta que o profissional domina os conhecimentos exigidos para a realização de atividades de sua área de competência, entre os quais as especificações e procedimentos de ensaios contido nas normas técnicas. Já para os laboratórios e para os clientes que contratam profissionais com certificação, constata-se que existe uma elevação no nível dos serviços prestados por estes profissionais.

A Certificação Profissional coordenada pelo Núcleo de Certificação Profissional (NQCP) do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON) vem sendo decisiva para incrementar o nível técnico dos profissionais da construção civil. Acreditado pelo INMETRO desde 2008, o NQCP emitiu 193 certificados, em nove categorias, até dezembro de 2012, fazendo uso de 10 centros de exames e de 15 examinadores. Em 2013, o NQCP estará em busca de cadastramento de mais centros de exames e de examinadores, para facilitar a realização das provas na região dos candidatos e, consequentemente, aumentar o número de profissionais certificados anualmente.

Para tornar viável o processo de certificação, o IBRACON solicitou ao Comitê Brasileiro do Cimento, Concreto e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CB-18) a revisão da Norma ABNT NBR 15146 – Controle Tecnológico do Concreto – Qualificação de Pessoal, que dá todas as diretrizes da certificação de profissionais voltados para o controle tecnológico do concreto. O trabalho foi iniciado em fevereiro de 2010 e, atualmente, já concluiu as partes 1, 2 e 3, com as normas já publicadas, estando agora envolvido nas discussões das partes 4 e 5.



A Certificação de Pessoal de Controle Tecnológico de Concreto até 2006 era realizada através da OPC da Petrobras/SEQUI, que transferiu todo o processo ao IBRACON, organismo mais apropriado para operar a certificação da área do concreto. Em 2008, o NQCP teve o seu processo certificado pelo INMETRO, sob a denominação OPC-10. As informações sobre o Programa de Certificação de Pessoal do IBRACON, com toda orientação necessária aos profissionais interessados, encontram-se no site www.ibracon.org.br.

Uma grande carência em nosso mercado são cursos de qualificação profissional para as funções de laboratório e campo. Normalmente, essas funções são aprendidas de profissional para profissional. Em 2013, a RED Engenharia estará lançando uma grade de cursos preparatórios para profissionais da área de controle tecnológico. O curso de qualificação da PSM (Processo, Soluções e Materiais de Qualidade) é baseado na norma ABNT 15146-1: Controle tecnológico do concreto – Qualificação de pessoal parte 1: Requisitos Gerais, para as categorias de tecnólogo, inspetor, laboratorista e auxiliar. O curso irá atender os

grupos de atividades de concreto fresco e concreto endurecido. Os cursos serão de uma semana, com aplicação de provas teóricas e práticas ao final do curso, totalizando 50 horas em média. Já existe também o “Curso Preparatório para Inspetor em Controle Tecnológico do Concreto”, na UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, e “Inspetor em Controle Tecnológico do Concreto níveis I e II”, na América Qualificações Técnicas, em Curitiba, Paraná.

No mundo atual e globalizado que vivemos, o mercado de trabalho mostra-se cada vez mais exigente, e a busca por uma colocação profissional não é mais uma questão de empenho ou de sorte, e sim de qualificação. A qualificação profissional deve ser vista como fator determinante para o futuro daqueles que estão buscando uma colocação no mercado de trabalho, sendo de suma importância aos que buscam manter a posição ocupada, alimentando chances reais de crescimento nas corporações, o que nos leva a crer que à medida que o tempo passa e o mundo evolui, muito além da experiência, adquirir e renovar conhecimento torna-se inevitável. ●

A ABCIC TRABALHA POR CONQUISTAS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL



As ações mais relevantes realizadas pela Associação:

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

ABCIC trabalhando para o desenvolvimento do setor e do País

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

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

CONVERSE COM O IBRACON

PERGUNTAS E RESPOSTAS

PAVIMENTAR OU ASFALTAR?

O verbo “asfaltar” é empregado, de forma errônea, como sinônimo de pavimentar, não apenas por leigos, mas também por gestores públicos bem-preparados, profissionais experientes da construção e publicações especializadas. Não raro um jornalista escreve que se refere ao “asfaltamento” de tal rodovia, quando, na realidade, ela foi pavimentada com concreto de cimento portland.

A maioria da população, por sua vez, não identifica ou percebe a diferença entre os materiais empregados nos pavimentos de estradas e vias urbanas, razão pela qual se acostumou a usar o verbo “asfaltar”. Daí, o desafio da indústria de cimento e concreto de corrigir a distorção, esclarecendo os diversos públicos sobre a diferença semântica.

Mas a questão vai além da confusão semântica. A indústria está empenhada em demonstrar o valor que

o pavimento de concreto agrega para os usuários, traduzido pela sua durabilidade, que pode ultrapassar 30 anos, e para os contribuintes e o poder público, pela redução dos custos de manutenção.

Quando um jornal fala em TV por assinatura ou TV paga, está se referindo a um universo de empresas que oferecem um leque de opções tecnológicas para a transmissão de conteúdo audiovisual e de entretenimento para o consumidor.



Rodoanel Mario Covas: pavimento de concreto – Dersa

Quando, porém, se fala em TV a cabo, está se privilegiando uma determinada tecnologia, e, portanto, determinadas empresas, ao mesmo tempo em que se discrimina outras. Em casos mais críticos, as agências reguladoras são obrigadas a intervir para estabelecer critérios e propriedades que justifiquem o uso de um determinado conceito. Para dar um exemplo, basta lembrar as palavras diet e light, que, ao gerarem interpretação errônea, confusão e insegurança, podiam trazer prejuízos graves à saúde do consumidor.

Desde o final dos anos 90, as ações de promoção e comunicação da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) – entidade técnica do segmento – ajudaram a reintroduzir no País a aplicação do concreto em estradas, pistas de aeroportos e outras vias. Para isso, o foco foi o público técnico que hoje já sabe quando e onde conjugar o “pavimentar com concreto”.

Não há nenhum interesse aqui em enaltecer uma tecnologia em detrimento de outras, mas apenas esclarecer e destacar o correto uso do verbo. Como dizia um grande amigo especialista em pavimentação, “feliz o país e os governantes que dispõem de mais de uma tecnologia e produto para uma mesma finalidade”. E este é o caso do nosso Brasil. A sociedade precisa perceber que asfaltar não é sinônimo de pavimentar! O famoso “boca-a-boca” ajuda a posicionar a pavimentação em concreto – como é o caso de usuários que percebem as diferenças do material quando circulam numa via pavimentada com concreto.

Não faz muito tempo, um amigo re-

latou que, ao trafegar por uma estrada do País, recém-pavimentada com concreto, viu uma placa que anunciava a obra de “asfaltamento” da rodovia. Ele só atentou para a distorção porque cansara de me ouvir promovendo o concreto como alternativa para as estradas e vias que têm tráfego intenso, pesado e canalizado. Como engenheiro que virou comunicólogo, acredito que ajudei o amigo a usar corretamente os verbos.

Mero detalhe? Em hipótese alguma! A disseminação de informação e conceitos cria cultura e sedimenta uma percepção nos públicos. E não há nada mais real que a percepção. Ao utilizar a palavra “asfaltar”, o político ou o profissional de comunicação está privilegiando uma determinada tecnologia em detrimento de outras.

E, como diz o ditado popular, o uso do cachimbo faz a boca torta.

Respondido por HUGO RODRIGUES, gerente nacional de Comunicação da Associação Brasileira de Cimento Portland e diretor de publicações técnicas do IBRACON.

A NOVA NORMA DE PROJETOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO INDICA QUE DEVEMOS FAZER UMA JUNTA DE DILATAÇÃO NO PRÉDIO A CADA 24 M. ESSE VALOR NÃO É EXAGERADO? NÃO POSSO FAZER JUNTA DE DILATAÇÃO MAIS AFASTADA, OU MESMO NÃO FAZÊ-LA?

Essa é uma pergunta recorrente e que foi tópico do projeto sobre “Parâmetros de Projeto de Alvenaria Estru-

tural com Blocos de Concreto” realizado em parceria da ABCP e UFSCar e que contou com a participação de renomado grupo de escritórios de projeto do Brasil. O projeto gerou o livro de mesmo nome, disponível em <http://www.editora.ufscar.br/> ou <http://www.abcp.org.br>.

Mas vamos à resposta. Inicialmente, deve-se destacar que a norma ABNT NBR 15961-1/2011 indica que o limite de 24 m “pode ser alterado, desde que se faça uma avaliação mais precisa dos efeitos da variação de temperatura e retração sobre a estrutura, incluindo a eventual presença de armaduras adequadamente alojadas em juntas de assentamento horizontais”.

No livro acima, são feitas várias recomendações:

- *Tomar cuidado na execução da laje, principalmente reduzindo o potencial de retração do concreto, sugerindo as seguintes precauções: reduzir a relação a/c, reduzir teor de argamassa, utilizar fibras, aumentar quantidade de armaduras, controlar rigorosamente a cura;*
- *Utilizar blocos de qualidade e os assentá-los após 14 dias da fabricação, quando a cura é a vapor, ou 28 dias em outros casos;*
- *Analisar a forma da planta: se houver recortes na planta (como no usual H com um recorte na região da escada elevador), as alvenarias não são contínuas ao longo do comprimento do prédio - nesse caso, apenas a junta na laje pode ser suficiente; se a planta formar um retângulo perfeito, sem recortes, é prudente e necessário fazer*



juntas de dilatação no prédio todo (essa segunda situação é comum em conjuntos de sobrados geminados lado a lado).

Outro ponto a ser verificado é a necessidade de armadura horizontal e juntas de controle (apenas nas paredes, não se estendendo às lajes) nas alvenarias. Paredes extensas devem ser armadas horizontalmente. Paredes muito extensas devem conter juntas de controle. O livro trata desse tópico também. Eventualmente podemos retomar esse assunto aqui, caso ainda haja manifestações de dúvidas.

Respondido por GUILHERME PARSEKIAN, professor do programa de pós-graduação em estruturas e construção civil e coordenador do laboratório de sistemas es-

truturais da UFSCAR (membro do comitê editorial).

ERRATA

A foto dos alunos do Centro Universitário da FEI na página 13 do

encarte sobre o 54º Congresso Brasileiro do Concreto saiu errada. A foto que corresponde aos alunos premiados com a segunda colocação na Premiação Eco-CC 2012 segue abaixo. •



Revista IBRACON de Estruturas e Materiais IBRACON Structures and Materials Journal

O periódico RIEM objetiva a divulgação das pesquisas, desenvolvimentos e inovações relacionadas à tecnologia do concreto e aos seus sistemas construtivos. São publicados artigos sobre:

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

A RIEM divulga ainda comunicações técnicas, discussões e réplicas dos artigos publicados.

Os textos são revisados pelo Conselho Editorial e pela Banca Examinadora da RIEM, compostos por profissionais nacionais e estrangeiros com reconhecida competência em sua área de atuação.

Para colaborar

Acesse a RIEM no site www.ibracon.org.br (link "Publicações")

→ Clique em **Acesso a Página do Usuário**

→ Registre-se como leitor, autor ou bibliotecário (link "Information")

→ Faça seu login no sistema

→ Clique no link para a submissão do artigo

O acesso a RIEM é livre. Todos são convidados a contribuir com as futuras edições.



Eventos

13º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização

Promovido pelo Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), o Simpósio é uma oportunidade para a disseminação das novas tendências da impermeabilização na construção civil, com foco em inovações, soluções e tecnologias de ponta disponíveis para atender a

crescente e urgente demanda do mercado.

O evento ocorre nos dias 10 e 11 de junho, em São Paulo.

As inscrições estão abertas.

→ Mais informações: www.ibibrasil.org.br/simposio2013

Brazil Road Expo 2013

Evento internacional de tecnologia em pavimentação e infraestrutura viária e rodoviária, a Brazil Road Expo 2013 acontece no Transamérica Expo Center, em São Paulo, de 19 a 21 de março.

O IBRACON organiza no evento o Workshop de Pavimentação em Concreto, onde especialistas no assunto debaterão as mais recentes novidades em tecnologia de pavimentação em concreto, no dia 21 de março, a partir das 14h.

Além disso, a diretora de cursos do IBRACON participa do Seminário “Visão do Mercado de Trabalho em Infraestrutura”, também no dia 21, onde expõe a importância da educação continuada e o Programa MASTER em Produção de Estruturas de Concreto do Instituto.

→ Mais informações: www.brazilroadexpo.com.br



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

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

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

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

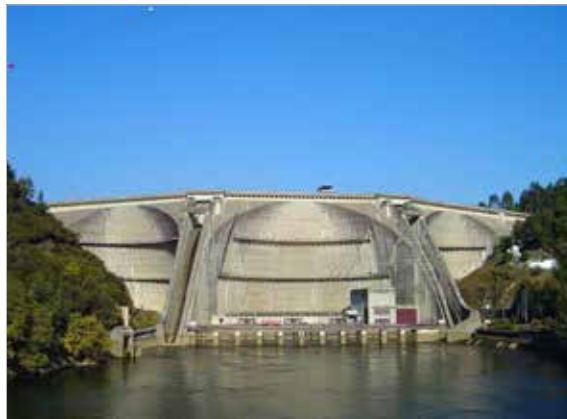


XXIX Seminário Nacional de Grandes Barragens

Debate sobre temas envolvendo estudos ambientais, projeto e construção de barragens dentro de uma política de desenvolvimento sustentável, o Seminário promovido pelo Comitê Brasileiro das Grandes Barragens (CBDB), vai acontecer de 8 a 11 de abril, no Centro de Convenções Enotel, em Porto de Galinhas, em Pernambuco.

Trabalhos técnico-científicos vão discutir temas, como a revisão crítica de projetos, a durabilidade das estruturas de concreto, o controle de qualidade e a segurança de barragens, e o impacto ambiental das grandes barragens. Mesas-redondas abordarão a tendência de eliminação de grandes reservatórios, a pesquisa e o desenvolvimento no setor e a segurança de barragens. Além disso, o Seminário contará com duas visitas técnicas: a primeira, às usinas de Paulo Afonso e Xingó; a segunda, à Barragem de Serro Azul, na Mata Sul de Pernambuco.

→ Mais informações: www.cbdb.org.br



Cinpar 2013

Fórum de discussão de temas como reparo, reabilitação, monitoramento e análise do desempenho de estruturas, o IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas

(Cinpar 2013) será realizado de 03 a 05 de junho, em João Pessoa, na Paraíba.

→ Mais informações: www.ifpb.edu.br/eventos/cinpar-2013



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

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

➤ Cursos



Curso Internacional sobre Diagnóstico e Gestão de Pontes (IDD)

Dados do TCU (Tribunal de Contas da União) apontam que aproximadamente 75% das pontes e viadutos de rodovias brasileiras não pedagias encontram-se em mau estado de conservação.

O objetivo do curso é capacitar profissionais para realizar o diagnóstico do estado de conservação das estruturas de pontes e viadutos, determinando os mecanismos de deterioração por meio de inspeção visual e ensaios laboratoriais, e um plano de gestão dessas estruturas.

- ➔ **Datas:** 14 a 16 e 21 a 23/03
- ➔ **Local:** São Paulo - SP
- ➔ **Horário:** 15h30 às 20h00 (quintas-feiras) – 8h30 às 19h00 (sextas e sábados)
- ➔ **Carga horária:** 35 horas
- ➔ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos
- ➔ **Informações:** www.institutoidd.com.br

Intensivo de Tecnologia Básica do Concreto (ABCP)

O objetivo do curso é preparar os profissionais para tirar mais proveito dos benefícios do concreto. O curso leva aos participantes o conhecimento básico sobre a tecnologia do concreto, como materiais constituintes e ensaios, dosagem e propriedades, produção e controle, aplicação e critérios de aceitação.

➔ **Palestrantes:** Eng. Rubens Curti (Engenheiro civil da Área de Tecnologia da ABCP) e Eng. Flávio André da Cunha Munhoz (Supervisor do Laboratório de Cimento da ABCP)

- ➔ **Data:** 19 a 21 de Março
- ➔ **Local:** ABCP – São Paulo - SP
- ➔ **Horário:** 16h00 às 22h00
- ➔ **Carga horária:** 18 horas
- ➔ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos
- ➔ **Informações:** www.abcp.org.br

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



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

www.cimentoitambe.com.br



Tecnologia de Aditivos e Adições para Concreto

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

→ **Palestrante:** Eng. Geniclécio Santos (Coordenador Técnico do campo de aplicação aditivos e adições da Sika)

- **Datas:** 18 de Abril (São Paulo - SP)
23 de Maio (Recife - PE)
- **Carga horária:** 8 horas
- **Programa MASTER PEC:** 8 créditos
- **Informações:** www.ibracon.org.br

Curso básico de Pré-fabricados (ABCIC)

A abordagem de forma prática dos processos que envolvem a pré-fabricação, desde sua comercialização/contratação, passando por projetos, produção e montagem, incluindo aspectos de controle de qualidade, normalização, vantagens de seu uso e sustentabilidade.

→ **Palestrantes:** Carlos Franco (sócio-proprietário da Cal-Fac Consultoria & Engenharia)

- **Data:** 23 de Abril (Rio de Janeiro - RJ)
- **Local:** Hotel Mercure - Florianópolis - SC
- **Horário:** 8:30h às 17h
- **Programa MASTER PEC:** 8 créditos
- **Informações:** abcic@abcic.org.br

Dimensionamento de reforços estruturais com compósitos de fibras de carbono à luz da NBR 6118

O curso apresentará breve histórico sobre emprego de materiais compósitos para reforço de estruturas, uma introdução do funcionamento mecânico dos materiais e do comportamento estrutural, as ações atuantes nas estruturas, as normas e diretrizes de dimensionamento, os ensaios e testes realizados com sistema de fibra de carbono e o dimensionamento do reforço de elementos de concreto armado com compósitos de fibra de carbono.

→ **Palestrantes:** Eng. Paulo de Tarso (engenheiro consultor do Escritório Tarso En-

genharia) e Eng. Michel Haddad (engenheiro responsável pelo desenvolvimento do mercado de produtos químicos para recuperação estrutural da Sika)

- **Datas:** 25 de Abril (Rio de Janeiro - RJ)
16 de Maio (Recife - PE)
- **Carga horária:** 8 horas
- **Programa MASTER PEC:** 8 créditos
- **Informações:** www.ibracon.org.br



A experiência de quem saber fazer.

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

Nossa estrutura

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

11 3616.2244 www.megaconcreto.com.br



➤ Cursos



Sustentabilidade na Construção Civil

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

➔ **Palestrantes:** Eng. Paulo Helene (Diretora de Engenharia)

e Eng^a Íria Doniak (Presidente-Executiva da ABCIC)

➔ **Data:** 16 de Maio

➔ **Carga horária:** 4 horas

➔ **Programa MASTER PEC:** 4 créditos

➔ **Local:** São Paulo - SP

➔ **Informações:** www.ibracon.org.br

Tecnologia de Pavimento de Concreto (ABCP)

O pavimento de concreto é um sistema construtivo de alta durabilidade, indicado para estradas e vias de tráfego intenso e pesado. O curso apresenta informações básicas e atuais sobre o tema, desde as características do concreto até o dimensionamento do pavimento, tratando das diretrizes de projeto, técnicas construtivas e controle de qualidade. Além disso, traz informações básicas sobre a reabilitação de pavimentos asfálticos com emprego de cimento portland.

➔ **Palestrantes:** Eng. Ronaldo Vizzoni (Gerente da Área

de Infraestrutura e Líder do Projeto de Pavimentação da ABCP) e Eng. Marcos Dutra de Carvalho (Líder do Núcleo de Especialistas em Pavimentação da ABCP)

➔ **Data:** 21 e 22 de Maio

➔ **Local:** ABCP - São Paulo/SP

➔ **Horário:** 8h00 às 17h00

➔ **Carga horária:** 16 horas

➔ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos

➔ **Informações:** www.abcp.org.br

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



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

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

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

**QUALIDADE
BRENNAND**
CIMENTOS



Inovações em Sistemas de Impermeabilização

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

→ **Palestrante:** Eng. Romeu Martinelli (responsável pelos

campos de aplicação de Roofing e Waterproofing na Sika)

→ **Datas:** 23 de Maio (São Paulo – SP) 11 de Julho (Recife – PE)

→ **Carga horária:** 8 horas

→ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos

→ **Informações:** www.ibracon.org.br

Projeto de pisos industriais

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

→ **Palestrantes:** Eng. Danilo Oliveira (Coordenador do Target Mar-

ket Flooring na Sika) e Eng. Geniclécio Santos (Coordenador Técnico do campo de aplicação aditivos e adições da Sika)

→ **Datas:** 13 de Junho (Recife – PE)

18 de Julho (São Paulo – SP)

→ **Carga horária:** 9 horas

→ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos

→ **Informações:** www.ibracon.org.br

Inovações em sistemas de recuperação de estruturas

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

→ **Palestrante:** Eng. Michel Haddad (engenheiro responsável pelo desenvolvimento do mercado de produtos químicos para recuperação estrutural da Sika)

→ **Datas:** 27 de Junho (Brasília – DF)

11 de Julho (Rio de Janeiro – RJ)

→ **Carga horária:** 9 horas

→ **Programa MASTER PEC:** 8 créditos

→ **Informações:** www.ibracon.org.br

Soluções completas que constroem o Brasil do futuro

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

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

CONSTRUIR É REALIZAR.

 **Votorantim**
Cimentos

0800 7019898
www.mapadaobra.com.br


ENGEMIX



Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio

→ Autor: Prof. Valdir Pignatta Silva

→ Editora: Blucher

Professor doutor do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica da USP, com 20 anos de pesquisa sobre o assunto, o autor aborda os tópicos de interesse para o correto projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

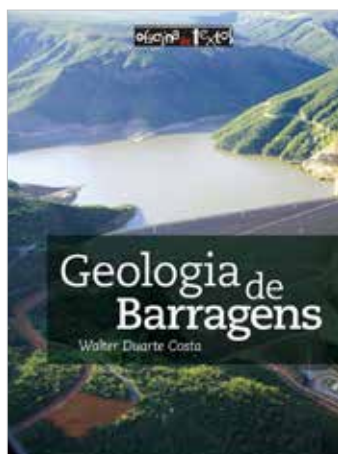
“Há um novo decreto (2011) do Governo do Estado de São Paulo, com exigências de resistência ao fogo das estruturas,

e uma nova norma brasileira (ABNT NBR 15200:2012), que apresenta os procedimentos de como se respeitar as exigências legais”, contextualiza o professor Valdir Pignatta.

O objetivo é colaborar com o engenheiro de estruturas de concreto, mostrando que não é complexo nem antieconômico respeitar a legislação.

Os associados ao IBRACON têm 20% de desconto na aquisição do livro.

→ Informações: www.blucher.com.br



Geologia de barragens

→ Autor: Geól. Walter Duarte da Costa

→ Editora: Oficina de Textos

Com o objetivo de explicar o conhecimento e a prática na área de geologia de barragens, o livro traz detalhamento das investigações de campo e em laboratório e análises de bacias hidrográficas, de seções hidráulicas, de eixos do barramento e das obras comple-

mentares, além dos critérios para a escolha do tipo de barragem.

Walter Duarte Costa, com mais de 40 anos de carreira na área, participou de 171 obras em barragens, além de inúmeros projetos nas áreas de abastecimento, irrigação, mineração, indústria e meio ambiente.

→ Informações: www.oftexto.com.br

consultoria e projetos estruturais



viabilização de tráfego de cargas especiais

recuperação e reforço de edificações



adequação funcional de obras de arte

projetos de obras de arte



soluções de qualidade

www.engeti.eng.br

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



JOSÉ ROBERTO BERNASCONI

Engenheiro civil e advogado, José Roberto Bernasconi é diretor-presidente da Maubertec Engenharia e Projetos, empresa de consultoria, projetos e gerenciamento, que atua em diversos setores da infraestrutura.

Foi professor da POLI-USP entre 1970 e 1975, no Departamento de Estruturas e Fundações, das disciplinas “Construções de Concreto” e “Pontes e Grandes Estruturas”.

Teve e tem participação ativa em diversas entidades de classe, como

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), UPADI (União Pan-americana de Associações de Engenheiros) e Instituto de Engenharia de São Paulo, que presidiu nas gestões 1985-1987 e 1987-1989, e de quem recebeu o título de Eminent Engenheiro do Ano do Instituto de Engenharia de São Paulo, em 2010. De 2006 a 2009, foi presidente nacional do SINAENCO. Atualmente, é membro Conselho Superior da Indústria da Construção (Consic) da FIESP, e presidente do SINAENCO (Sindicato das Empresas de Arquitetura e Engenharia) São Paulo.



“ POR TER GOSTADO DA DISCIPLINA DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS MINISTRADA PELO PROFESSOR TELÊMACO LANGENDONCK, ME ENCANTEI COM A ENGENHARIA ESTRUTURAL. ”

IBRACON – POR QUE VOCÊ ESCOLHEU CURSAR ENGENHARIA CIVIL?

BERNASCONI – Desde muito cedo, tinha certeza de que meu caminho seria engenharia pelo fato de ter facilidade e, sobretudo, gostar de matemática, física e química, disciplinas do chamado Científico no curso secundário.

Sabia que queria ser engenheiro, mas fiquei um bom tempo em dúvida sobre a especialidade: entre a Engenharia Eletrônica, que, na época, tinha um grande apelo, e Engenharia Civil, que, ao lidar com as construções em geral, tornava-se mais próxima das pessoas.

Ao entrar na Poli (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), em 61, optei por engenharia civil.

IBRACON – POR QUE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS?

BERNASCONI – Nos dois primeiros anos do curso de engenharia civil, todas as especializações eram indiferenciadas – o chamado Curso Básico. Apenas no terceiro ano, começavam as especializações – estruturas, transportes, construção e hidráulica. Por ter gostado da disciplina de Resistência dos Materiais ministrada pelo professor Telêmaco Langendonck, me encantei com a engenharia estrutural.

Os melhores alunos da disciplina de Resistência dos Materiais ministrada pelo professor Milton Maltone eram convidados a estagiar no escritório técnico Paulo Franco da Rocha. Eu fui convidado e fui trabalhar neste escritório no quarto ano.

Na virada do quarto para o quinto ano, fui convidado para estagiar no escritório Figueiredo Ferraz, com o João Del Nero como meu preceptor.

IBRACON – DE 1970 A 1975, VOCÊ FOI PROFESSOR NO DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. COMO FOI ESSA BREVE EXPERIÊNCIA NO SETOR ACADÊMICO?

BERNASCONI – Foi excelente! Eu só deixei de ser professor

porque a USP, a partir de 75, estabeleceu exigências para que seus auxiliares de ensino (o que era meu caso!) fizessem mestrado e doutorado, obrigando-me a cursar disciplinas e defender teses em prazos determinados.

Após ter passado pelo escritório Figueiredo Ferraz e ter me formado em 65, fui destacado pelo Del Nero para trabalhar com o Maurício Gertsenchtein, professor da disciplina sobre concreto na Poli, que tinha um escritório contratado pelo escritório Figueiredo Ferraz para fazer o Projeto da Nova Travessia da Ponte Pênsil (ligação São Vicente à Praia Grande, no litoral de São Paulo). No final deste trabalho, o Maurício me convidou para ficar no escritório, trabalhando com ele, dando-me a oportunidade de ser seu sócio.

Quando a USP impôs a exigência de carreira acadêmica aos auxiliares de ensino, eu já era titular de um escritório de projetos estruturais que, em 69, tendo admitido novos sócios, passou a ser chamar Maubertec Engenharia, sucessora do escritório do Maurício e do Bernasconi. Deste modo, a exigência da carreira acadêmica tornou-se incompatível com a minha disponibilidade de tempo e não pude continuar como professor.

Quando saí, o titular da cadeira de Pontes e Grandes Estruturas, Décio Leal de Zagottis, prestou-me uma grande homenagem na forma de uma carta de despedida, que, para mim, é como se fosse um diploma.

Foi com muita pena que eu saí! Queria poder ter continuado. Eu gostava de dar aulas e do convívio com os alunos.

IBRACON – DEPOIS DE DÉCADAS DEDICADAS À ENGENHARIA CONSULTIVA, VOCÊ SE GRADUOU EM ADVOCACIA. POR QUE ESTA GUINADA TÃO RADICAL?

BERNASCONI – Não foi uma guinada, mas uma complementação. Eu sempre gostei de Direito e, ao longo da atividade empresarial, à medida que o escritório foi se desenvolvendo, eu fui me afastando da produção direta da engenharia e ficando com os trabalhos de coordenação do





Viaduto em João Pessoa, que passou por avaliação do Sinaenco em 2012

escritório. Como presidente da empresa, passei a tratar mais das questões estratégicas, afastando-me das decisões técnicas de engenharia. Por outro lado, o escritório deixou de ser apenas de projeto estrutural, incorporando arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas e se transformando num escritório de consultoria de projetos de engenharia e gerenciamento.

Senti que o curso de Direito seria uma boa complementação. Ingressei no curso em 2001 e me formei em 2005. Passei no exame da Ordem dos Advogados em 2006, obtendo a carteira OAB/SP 24856. Foi um curso lindo, que me encantou! Foi uma experiência interessante! Eu era o mais velho da minha turma, no curso noturno. Foi uma convivência muito legal. Foi um exercício interessante com os professores. O direito promove não apenas o raciocínio, mas uma prática da discussão, o que me enriqueceu pessoalmente.

Eu não tenho conseguido exercer a atividade de advocacia, assumindo uma causa, sendo o patrono de alguém. Mas, do ponto de vista administrativo, o direito civil me ajuda bastante.

IBRACON – QUAL FOI SUA TRAJETÓRIA DENTRO DO SINAENCO?

BERNASCONI – A Maubertec foi uma das fundadoras do Sinaenco, em 1988. Como representante da empresa no Sindicato, estou desde sua fundação. Além disso, era presidente do Instituto de Engenharia de São Paulo, na gestão 1985-89, acompanhando e estimulando a criação do Sindicato, porque entendia que era importante para as empresas de engenharia. Na sua origem, o Sindicato chamava-se Sinenco – Sindicato das Empresas de Engenharia Consultiva. Um pouco mais à frente, o Sindicato incorporou as empresas de arquitetura, virando Sinaenco.

Eu acompanhava os conselhos, fazia parte das reuniões, sem ter cargo. Na gestão do João Del Nero como presidente do Sinaenco em São Paulo, de 2003 a 2005, fui convidado para ser vice-presidente. No período, o João Del Nero lançou a campanha “Infraestrutura – Prazo de Validade Vencido”, que teve muito êxito. Corremos o Brasil para mostrar que as obras de infraestrutura careciam de manutenção. As obras eram construídas e entregues pelo poder público, e esquecidas,

“ CORREMOS O BRASIL PARA MOSTRAR QUE AS OBRAS DE INFRAESTRUTURA CARECIAM DE MANUTENÇÃO. AS OBRAS ERAM CONSTRUÍDAS E ENTREGUES PELO PODER PÚBLICO, E ESQUECIDAS, DEIXADAS SEM QUALQUER MANUTENÇÃO CRITÉRIOS ”

“ SOMOS SUBSTANTIVAMENTE CIDADÃOS E ADJETIVAMENTE ENGENHEIROS, MÉDICOS, ARQUITETOS, ADVOGADOS, JORNALISTAS. ”

deixadas sem qualquer manutenção criteriosa. Coube a mim, como vice-presidente, a coordenação dessa Campanha, que deu muita visibilidade ao Sinaenco. O problema existia e começou a estimular as autoridades públicas a estabelecer um programa mínimo de manutenção ou, no mínimo, de correção dos problemas que nós mostrávamos. A partir daí, a presidente nacional, Norma Gebran Pereira, recentemente falecida, grande figura do setor, e seu vice-presidente, Antonio Moreira Salles, convidaram-me para assumir a responsabilidade de ser presidente nacional do Sinaenco. Topei e fui eleito, sendo presidente de 2006 a 2009, em duas gestões sucessivas. Em seguida, fui eleito presidente do Sinaenco em São Paulo e novamente reeleito, sendo que, no final deste ano, acaba meu mandato.

Minha atuação está ligada a um trabalho que conseguimos produzir graças a um trabalho eminentemente coletivo, tanto nacional quanto regional, com o grupo de profissionais permanentes do Sindicato e com as diretorias.

IBRACON – QUAL É SUA VISÃO SOBRE O PAPEL DAS ENTIDADES ASSOCIATIVAS DO SETOR CONSTRUTIVO?

BERNASCONI – Seu papel tem que ser construtivo. Ter a capacidade de fazer análise crítica das situações e de propor. Tive o privilégio de ser honrado com o título de Eminent Engenheiro do Ano do Instituto de Engenharia de São Paulo, em 2010, e, no meu discurso, destaquei o exercício da cidadania, que somos substantivamente cidadãos e adjetivamente engenheiros, médicos,



Bernasconi em homenagem ao ex-governador de São Paulo, Alberto Goldman, na posse de sua gestão 2012-2013



arquitetos, advogados, jornalistas. Temos, por um lado, privilégios de ser cidadão de um país (votar e ser votado) e, por outro, temos responsabilidades. Quando falamos de associações, falamos de coletivos, de grupos de pessoas, que podem ser adjetivamente engenheiros, advogados, médicos, OAB, Sinaenco, Instituto de Engenharia, mas sobretudo somos cidadãos, com a responsabilidade de olhar criticamente para o que está acontecendo e, naquilo que nos couber, naquilo que conhecemos mais, fazer propostas que tornem as coisas mais eficientes, mais eficazes, numa palavra, mais efetivas.

O papel das associações é não perder de vista que o usuário final do sistema de metrô, do sistema viário urbano, do sistema de tratamento de água, de uma edificação, seja atendido em sua necessidade com um equipamento que cumpra sua finalidade, com qualidade, com preço adequado (não o menor preço, mas preço correto para oferecer um produto de qualidade!), e com durabilidade (que é a qualidade para durar!). Essa é a responsabilidade que temos como engenheiros e arquitetos.

Assim, as associações devem trabalhar para o aprimoramento do seu setor (a boa aplicação da engenharia) e para que a sociedade possa aproveitar mais e melhor da competência do setor.

IBRACON – RETOMANDO A CAMPANHA

“INFRAESTRUTURA – PRAZO DE VALIDADE VENCIDO”, QUE ALERTA INERENTE ELA TRAZ?

BERNASCONI – Sobretudo, que antes de uma boa obra, existe sempre um bom projeto. Um bom projeto que garanta a durabilidade da obra, para que possa cumprir sua finalidade com a menor manutenção possível. A construção realiza fisicamente o que foi concebido no projeto, de modo que o projeto de engenharia e arquitetura é o genoma, o DNA do empreendimento. A construção não consegue corrigir uma falha genética do projeto. Uma ótima construção

de um projeto de baixa qualidade vai gerar um equipamento de baixa qualidade.

Dessa forma, a campanha está ligada à sustentabilidade, que é a permanência no tempo, do ambiente construído. Fala-se muito da sustentabilidade para o ambiente natural, mas o Sinaenco estendeu o conceito para o ambiente construído. Para garantir sustentabilidade no ambiente construído, é preciso fazer as coisas corretamente, começando com um bom projeto: uma boa concepção de arquitetura e engenharia. Para garantir a sustentabilidade no ambiente construído, a engenharia consultiva entra não somente na fase de projeto, mas também na supervisão técnica e no gerenciamento da construção, bem como na gestão de operação e manutenção.

IBRACON – QUAIS OS EFEITOS DA CAMPANHA PELA MANUTENÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO?

BERNASCONI – O efeito mais prático aconteceu em São Paulo com a assinatura de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) entre o Ministério Público de São Paulo e a Secretaria de Infraestrutura do Município de São Paulo, para as pontes e viadutos do município arrolados nos relatórios da Campanha do Sinaenco. Desta forma, a Prefeitura de São Paulo estabeleceu um programa de recuperação dessas obras. E mais: se comprometeu com um programa permanente de manutenção.

Nas outras cidades, as respostas foram pontuais, para corrigir os problemas apontados.

De qualquer maneira, contribuímos, com a Campanha, para trazer o tema da manutenção, da gestão de manutenção para as infraestruturas do Brasil.

IBRACON – OUTRO ESTUDO DO SINDICATO É O ESTADO DE MANUTENÇÃO E CONDIÇÃO DOS ESTÁDIOS BRASILEIROS, FEITO EM 27 ESTÁDIOS EM 18 CIDADES. QUAIS OS PONTOS MAIS CRÍTICOS, QUE NECESSITAM

“ UM BOM PROJETO GARANTE A DURABILIDADE DA OBRA, PARA QUE POSSA CUMPRIR SUA FINALIDADE COM A MENOR MANUTENÇÃO POSSÍVEL. ”

“ ANUNCIAMOS NESTE ESTUDO,
ESPÉCIE DE RELATÓRIO
FOTOGRAFICO E TEXTUAL, UM FATO
COMUM: HAVIA FALTA DE
MANUTENÇÃO DOS ESTÁDIOS! ”

DE INTERVENÇÃO, APONTADOS NESTE ESTUDO EM RELAÇÃO ÀS ESTRUTURAS DE CONCRETO?

BERNASCONI – A maioria tem problemas de falta de manutenção. Não havia problemas estruturais, até porque esses aparecem nos primeiros tempos de uso. O Brasil foi anunciado como sede da Copa do Mundo de 2014 em 30 de outubro de 2007. Fomos fazer o levantamento da situação de 27 estádios com uma equipe de engenheiros e arquitetos. Anunciamos neste estudo, espécie de relatório fotográfico e textual, um fato comum: havia falta de manutenção dos estádios!

Em 1º de novembro, numa coletiva no Sinaenco, contamos a situação dos 27 estádios, apontando que nenhum deles atendia as exigências da FIFA e exortando para que fizessemos um esforço de melhoria das arenas. Lamentavelmente, 15

dias depois, o estádio da Fonte Nova, na Bahia, apresentou o rompimento de uma das lajes da arquibancada, com a morte de sete pessoas e mais de cem feridas, por causa de corrosão da armadura, que não imaginávamos que pudesse levar ao colapso. O Bahia havia voltado para a primeira divisão, o estádio estava lotado, com 60 mil pessoas, levando ao colapso, por falta de manutenção.

Em lugares como Salvador, temos o ar marinho, com sais, que iniciam um processo corrosivo das armaduras. O concreto fissura naturalmente, abre microfissuras, permitindo a penetração desses agentes agressivos. Por isso, o cobrimento da armadura, uma camada de concreto de uma polegada, deve ser bem feito, para evitar a penetração dos agentes agressivos, para proteger a armadura. Ainda por cima, temos



Fonte Nova em 2007, estádio considerado pelo estudo do Sinaenco como pior entre os 28 avaliados



chuva ácida: depois de um tempo de seca, o CO_2 , SO_2 , SO_3 , H_2SO_4 , presentes no ar, caem com as chuvas. Além disso, as pessoas urinam nas arquibancadas, acumulando ureia e outras substâncias corrosivas. Com o tempo, as armaduras corroídas podem ser romper, como no caso do Fonte Nova, fazendo despencar um pedaço de laje.

IBRACON – O SINAENCO TEM ACOMPANHADO A EVOLUÇÃO DAS OBRAS PREVISTAS PARA SEREM REALIZADAS NAS ARENAS ESPORTIVAS QUE SEDIARÃO OS JOGOS DA COPA DE 2014. OS PROBLEMAS APONTADOS NO ESTADO DE MANUTENÇÃO E CONDIÇÃO DOS ESTÁDIOS SERÃO DEVIDAMENTE SANADOS NESTES ESTÁDIOS?

BERNASCONI – Eu penso que sim! São projetos de qualidade. São obras que atendem as exigências da FIFA. As empresas construtoras são da maior competência. Então, creio que estão sendo bem feitas. Se a manutenção for adequada, não teremos a repetição dos problemas apontados.

Como várias das arenas são parcerias público-privadas ou concessões (Mineirão, Fonte Nova, o Maracanã está em processo de licitação), eles devem ter boa manutenção. O operador privado, para operar aquilo terá que manter direito. Caso contrário, ele não terá sustentabilidade econômica, para pagar a outorga da concessão. Portanto, tenho confiança que serão mantidos de maneira adequada.

Para os estádios públicos, espera-se que tenham a devida gestão de manutenção.

IBRACON – ALÉM DOS ESTÁDIOS, QUAIS OUTROS BENEFÍCIOS EM INFRAESTRUTURA PODEM SER GERADOS PELOS INVESTIMENTOS PARA A COPA E PARA AS OLIMPÍADAS?

BERNASCONI – Nossos aeroportos estão ruins. No ano passado, houve a privatização ou parceria público-privada de três – Viracopos, Guarulhos e Brasília, onde os grupos que assumiram

começam a mostrar serviço. Acredito que eles conseguirão melhorar um pouco a situação nos aeroportos até a Copa, mas será uma melhoria precária: os módulos operacionais provisórios (MOP) são uma melhoria tópica, localizada. A melhoria real vem com a reformulação e construção de novos aeroportos, que vão demandar mais tempo. O parque de aeroportos no Brasil, se houver a privatização correta e adequada, porque o poder público não tem condições de investir e não tem quadros técnicos preparados, deve crescer em 20 anos, devido ao crescimento da economia brasileira.

Por outro lado, a infraestrutura de mobilidade urbana é um grande problema. O VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) de Brasília não vai sair, nem o de Manaus, até a Copa de 2014. O VLT de Cuiabá, talvez, não fique pronto. Há doze anos, a linha 1 do Metrô de Salvador, está para sair e não sai: seus equipamentos estão embrulhados no porto. Vão fazer a linha 2 antes da linha 1, em Salvador: a linha 2 vai ligar o Aeroporto à Fonte Nova. Espero que fique pronto a tempo! Por isso, haverá necessidade de tomar decisões do tipo: declarar feriado nos dias de jogos, o que está previsto na Lei Geral da Copa, para reduzir a demanda pelo espaço viário e pelo transporte público. Pode ser que se tenha que decretar férias escolares antecipadas. A Copa do Mundo é geralmente de 12 de junho a 12 de julho. As férias escolares são em julho. Então, antecipam-se um pouco as férias escolares, diminuindo a demanda pelo espaço público, pelo espaço viário e pelo transporte público. Perdemos a oportunidade de gerar uma grande infraestrutura em nome da Copa. De qualquer maneira, as obras não entregues até a Copa, prosseguirão, constituindo-se em benefício para a população.

IBRACON – OS INVESTIMENTOS GOVERNAMENTAIS EM INFRAESTRUTURA TÊM ENCONTRADO SÉRIOS PROBLEMAS COM REAJUSTES CONTRATUAIS E PRAZOS DE EXECUÇÃO. A ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO COMPLETO ACABARIA COM ESSES PROBLEMAS?

BERNASCONI – Na minha opinião, sim! Porque o projeto

“

PERDEMOS A OPORTUNIDADE DE GERAR UMA GRANDE INFRAESTRUTURA EM NOME DA COPA. DE QUALQUER MANEIRA, AS OBRAS NÃO ENTREGUES ATÉ A COPA, PROSSEGUIRÃO, CONSTITUINDO-SE EM BENEFÍCIO PARA A POPULAÇÃO.

”

“ A CONSTRUÇÃO É A MATERIALIZAÇÃO FÍSICA DE UM PROJETO: QUANTO MAIS COMPLETO, COM CUSTOS, PRAZOS E QUALIDADE, MAIS SOB CONTROLE É A CONSTRUÇÃO. ”

executivo leva o projeto aos seus últimos detalhes. Com isso, tem-se quantificação e especificação completa de materiais e serviços. Terão sido feitos previamente todos os estudos, levantamentos topográficos, estudos ambientais adequados, todas as sondagens de reconhecimento do subsolo para as soluções completas de fundação. Então, não tem por onde escapar! As quantidades e os preços aplicados às unidades corretas levam a um orçamento correto, não advindo surpresas ao longo do processo. Os países desenvolvidos gastam um bom tempo planejando e projetando para construir de uma vez, rapidamente, com todo o projeto na mão. As surpresas serão apenas por conta de Deus: chuvas e ventos fortes, falha no subsolo etc. Em suma: o que for possível prever, tem que ser previsto no projeto executivo.

Sem o projeto executivo, é como entrar numa cirurgia sem uma ressonância magnética, um exame radiológico, instrumentos que permitem fazer o diagnóstico por imagem, para saber onde intervir. Quando não se tem isso, arrisca-se: abre-se o abdômen do paciente para descobrir o que tem que ser feito. Então, o projeto é isso: ele permite antecipar todas essas coisas. A construção é a materialização física de um projeto: quanto mais completo, com custos, prazos e qualidade, mais sob controle é a construção.

IBRACON – A LEI DE LICITAÇÕES 8666 É ADEQUADA PARA CONTRATAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA?

BERNASCONI – Pode ser aperfeiçoada, mas atende. Seu artigo sétimo diz que não se pode começar a obra e a obra não será feita sem que o projeto executivo de cada um dos itens esteja pronto. No caso de um prédio público, se ainda não se tem o projeto executivo do andar-tipo, pode-se começar a construção de sua fundação, caso o projeto executivo esteja completo. Enquanto se está fazendo a

fundação, completam-se os projetos da parte superior de um edifício. A 8666 prevê isso.

O Regime Diferenciado de Contratação (RDC) atropela tudo, valorizando fazer uma licitação em prazo curto e contrato pelo menor preço. Isso é receita para o desastre: resolve-se construir uma estrada com a contratação das máquinas! Não é assim que se faz uma estrada, mas planejando cinco anos antes. O problema do Brasil é não fazer planejamento. Tem que planejar, definir o que será feito. Tem que fazer os projetos completos, para, então, começar a obra. Com planejamento, têm-se obras públicas sob controle.

IBRACON – QUAIS SÃO OS REQUISITOS FUNDAMENTAIS DE UM BOM PROJETO ESTRUTURAL?

BERNASCONI – Antes de mais nada, o dimensionamento adequado e o conhecimento completo de onde a obra vai ser implantada. Precisa ter conhecimento do sítio de implantação e um projeto bem dimensionado.

Quem faz o projeto estrutural estabelece o compromisso entre segurança e economicidade. No Japão, projeta-se levando-se em conta os terremotos, levando em conta os grandes esforços horizontais. Mas, no Brasil, não! O projeto depende das características do sítio onde a obra será implantada. A Resistência dos materiais é uma disciplina que examina essas coisas: sabe-se quanto que um material resiste e, em função do esforço solicitante, se faz o dimensionamento adequado. Com que folga? Com a segurança normalizada de 1,6 até 2. Não se pode fazer a obra qualquer preço. É preciso conciliar a qualidade com menor preço para atingir aquela qualidade e desempenho. Essa é a grande característica do projeto estrutural.

IBRACON – COMO SE EXPLICA A PREDOMINÂNCIA DO CONCRETO NA MAIORIA DOS CANTEIROS DE OBRAS ESPALHADOS PELO BRASIL?

BERNASCONI – Porque com o concreto é mais fácil de



fazer! Vira-se o concreto na obra. Hoje, com as concreteiras, o concreto é entregue pronto na obra nas condições especificadas de tempo e de qualidade, de traço e tudo o mais. Além disso, o concreto é moldável: o Niemeyer, o Ruy Ohtake e outros grandes arquitetos mostraram o que se pode fazer com o concreto. Ele tem plasticidade: dá-se a forma que se quiser, desde que se tenha um dimensionamento adequado.

Por outro lado, uma estrutura de concreto bem feita e bem mantida não tem limite de durabilidade.

IBRACON – QUAL É SUA VISÃO DA INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL?

BERNASCONI – Para a construção industrializada, precisa-se ter:

- Primeiro: continuidade dos programas para permitir a quem investir em equipamentos ter a certeza de que vai conseguir amortizá-los;
- Segundo: o projeto completo é fundamental na construção industrializada, porque esta consiste de encaixe de peças pré-fabricadas – se tiver alguma coisa fora de nível, perde-

se a peça; o jogo de montar implica uma construção muito bem feita a partir de projeto muito bem detalhado, muito bem fiscalizado e controlado a cada momento.

A palavra-chave no país hoje quando se pensa em obras de infraestrutura é planejamento, ou seja, pensar antes – quem pensa antes, executa melhor. A construção pré-fabricada exige um plano de obra. Não adianta a peça chegar antes no canteiro, porque ela vai atrapalhar, nem chegar depois, porque, aí, perdeu-se o prazo. Tudo tem que ser muito bem planejado. É perfeitamente possível. Há muitas empresas no Brasil que trabalham assim hoje.

Fazendo boa engenharia e tendo continuidade de investimento, desenvolve-se a construção pré-fabricada.

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

BERNASCONI – Gosto muito de ler. Sou um leitor ávido. Gosto também de atividade física. Já joguei futebol, basquete, tênis. Hoje, na minha idade, eu ando e faço academia. ●

LENTON® Concrete Reinforcement Products

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

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



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



Metrô São Paulo Linha 15 (Prata) – Vila Prudente a Cidade Tiradentes – projeto e construção – remodelação

CARLOS BANCHIK – PRESIDENTE

INNOVA TECHNOLOGIES INC.

JOSÉ CALISTO DA SILVA – GERENTE DE TRANSPORTES

1. INTRODUÇÃO

O interesse em tecnologias “monotrilho”, dada a respectiva promessa de uma rápida construção e impacto urbano discreto, dá origem ao desenvolvimento de uma linha de Monotrilho utilizando a tecnologia de ponta da Bombardier Innovia Monotrilho 300.

O monotrilho da Linha 15 (Prata) – Vila Prudente – Cidade Tiradentes, projeto em São Paulo, destaca a aplicabilidade da tecnologia para um transporte de massa urbano de 24km de extensão ao longo de uma área urbana e densamente povoada. O projeto permitirá o desenvolvimento de uma estrutura de transporte que embelezará e desenvolverá um importante corredor na zona leste de São Paulo.

O documento em questão informa simplificada e acerca da concepção, construção e interface necessários para estes tipos de projetos, bem como, os parceiros que tornaram isso possível. Os itens foram apresentados numa perspectiva ao nível estrutural da engenharia civil.

2. ESCOPO DO PROJETO

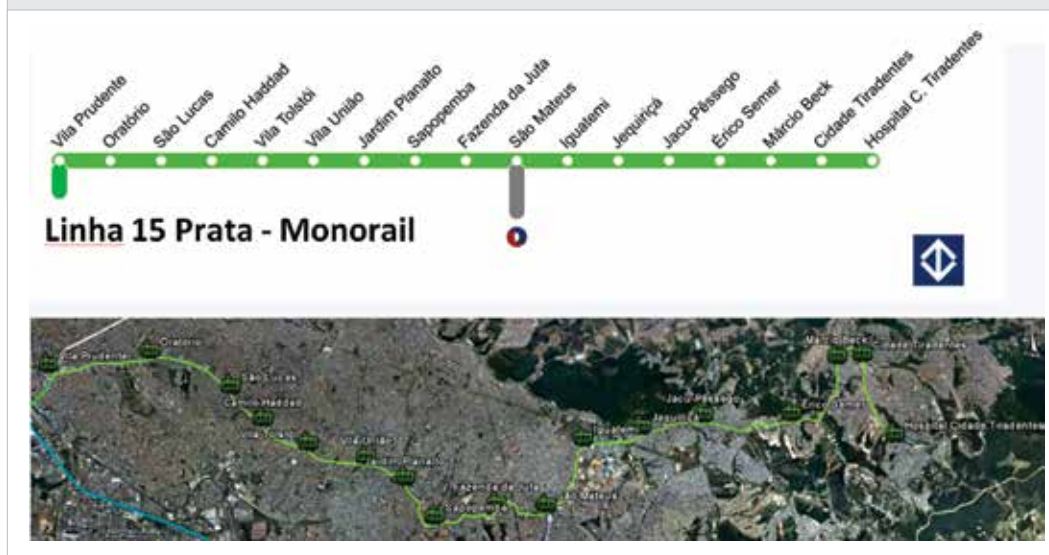
São Paulo é a capital do estado de São Paulo, a maior

cidade do Brasil e do hemisfério sul. Com uma população de 11 milhões de pessoas no município de São Paulo e de 19,6 milhões de pessoas na região metropolitana de São Paulo, está localizado a uma altitude de 760 metros acima do nível do mar, tem temperatura muito suave ao longo de todo o ano e um bom fornecimento de água. Sua área municipal com 1.523km² e área metropolitana com 7.943km² estão densamente povoadas com 7.216 habitantes por km² no município e 2.470 habitantes por km² na região metropolitana.

Em 2009, o Metrô de São Paulo decidiu implantar uma solução do tipo “monotrilho” para a extensão da Linha 2 Verde (oeste para leste) e criou a Linha 15 Prata, entre a Vila Prudente e Cidade Tiradentes. A linha com 24 km de extensão, tem 17 estações, duas instalações para manutenção e diversas estruturas de cruzamento (track switches) para a operação dos trens. O Consórcio Expresso Monotrilho Leste (CEML), formado por construtores civis (Queiroz Galvão e OAS) e a empresa fornecedora do trem (Bombardier Transportation), é responsável pela implantação da linha e fornecimento dos trens do monotrilho. Diversos consultores estão colaborando ou colaboraram com o projeto, entre eles:



Figura 1 – Layout (Cortesia do Metrô de São Paulo)



Planservi, Proenge, Planvia, Zamarion e Millen Consultores, Setepla, Engeti, Núcleo Projetos e Consultoria, Tecnifer, Roma e Doval. Nossa empresa, a Innova Technologies, é a consultora internacional do monotrilho, fornecendo a coordenação geral do projeto e os desenhos de fabricação para as vigas guia e passagens de emergência. O projeto está agendado para iniciar operações de teste quando a primeira fase da construção estiver finalizada, entre estação Vila Prudente e Pátio de manutenção no Oratório. Já o segundo trecho a ser concluído seguirá até São Mateus.

Segundo a estimativa do Metrô de São Paulo, o número de passageiros para cada fase será:

- Vila Prudente - São Mateus: 340.000 passageiros por dia, 33.330 passageiros por hora por dia (pphpd);
- Vila Prudente - Cidade Tiradentes, acrescem 160.000 passageiros, 39.800 pphpd;
- Vila Prudente - Cidade Tiradentes, com quatro estações adicionais, 210.000 passageiros, 40.200 pphpd;

- A capacidade total do sistema: 550 mil passageiros por dia.

A frota será também escalonada para permitir um número de passageiros diferente. No início das operações, haverá uma frota de 27 trens, que se irá expandir até 44 trens. Quando o sistema estiver concluído, esse número aumentará para 54 trens. Cada trem será composto por sete carros, com capacidade para 1.000 passageiros.

Os trens do monotrilho terão uma velocidade média de 35 km/h e uma velocidade máxima de 80 km/h. A viagem entre Cidade Tiradentes até Vila Prudente, prevista no projeto foi menor que 50 minutos, incluindo as paradas em todas as estações. O intervalo de espera entre trens (headway) será tipicamente de 90 segundos no horário de pico. Haverá duas instalações de manutenção, a primeira, com capacidade para 28 trens, e a segunda, com capacidade para 30 trens. A Figura 1 apresenta um layout do projeto em construção (1).

Figura 2 – 1ª fase de construção

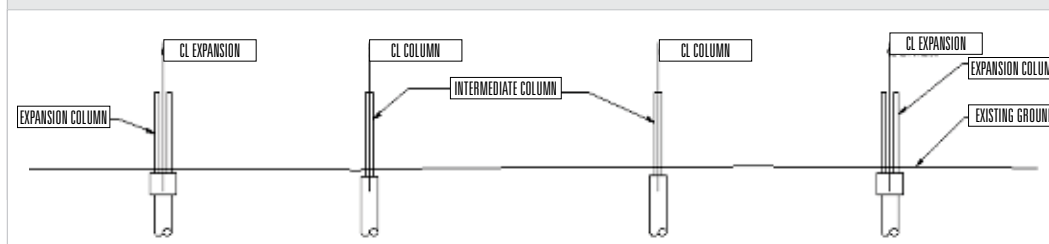
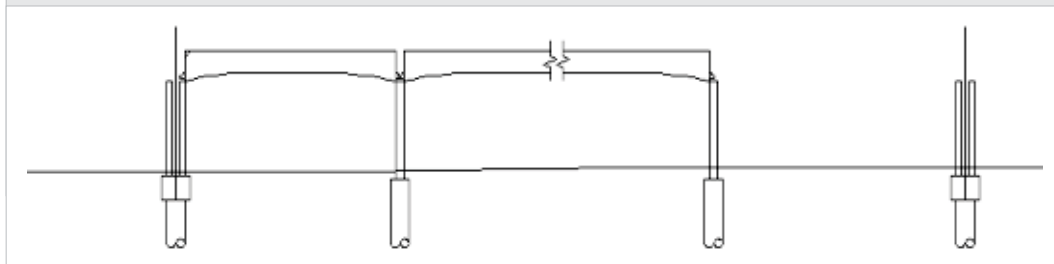


Figura 3 – 2ª fase de construção



3. RESUMO GERAL

As estruturas de monotrilho são simples e compactas. As restrições de construção e as questões de operacionalidade e interfaces do sistema civil desempenham um papel desafiador no seu dimensionamento. Basicamente, este tipo de estruturas é composto por uma ou duas vigas-guia colocadas no topo dos pilares. Estes, afastados de 20 m a 36 m, consistirão no suporte e superfície de guia para um trem monotrilho circular sobre as vigas. Isto demonstra como uma peça típica estrutural se pode tornar um trilho mecânico para o sistema de transporte. As linhas e colunas com vigas-guia permitirão a integração na paisagem urbana, transmitindo uma sensação de modernidade e eficiência. Além disso, esta integração simbiótica entre a sociedade civil e os componentes do sistema, em que a forma segue a função, permitirá que o sistema típico de monotrilho seja uma ótima opção em termos de aceitação urbana, custo de construção e velocidade de desenvolvimento do sistema.

As estruturas do monotrilho são únicas porque a tolerância de construção associada às vigas-guia faz delas mais um componente mecânico do que estrutural. A estrutura típica é constituída por uma série de pilares, com

vigas colocadas no seu topo. Para melhorar a qualidade da viagem, a estrutura será contínua ao longo de vários pilares intermédios. As juntas de dilatação são colocadas e espaçadas em cerca de 90m a 120m, exigindo a utilização de hardware especial no seu dimensionamento. As sequências de construção típicas para o monotrilho são ilustradas na Figura 2.

- 1ª Fase** - Identificação e remoção de todos os serviços públicos, linhas elétricas e dutos afetados por cada pilar. Execução das estacas, respectivos blocos e pilares como projetado.
- 2ª Fase** - Verificação do topo dos pilares e suportes das vigas. Colocação das vigas-guia sobre os pilares. Colocação dos suportes temporários à medida que cada viga é colocada. Quando todas as vigas de um tramo estiverem elevadas, seus alinhamentos serão verificados e os suportes ajustados conforme necessário
- 3ª Fase** - Execução de concretagem de fechamento entre vigas. Protensão em ambas as extremidades. Enchimento das bainhas de protensão com graute. Verificação da relaxação das cordoalhas e encurtamento elástico inicial nas juntas de dilatação. Tensionamento das barras transversais na

Figura 4 – 3ª fase de construção

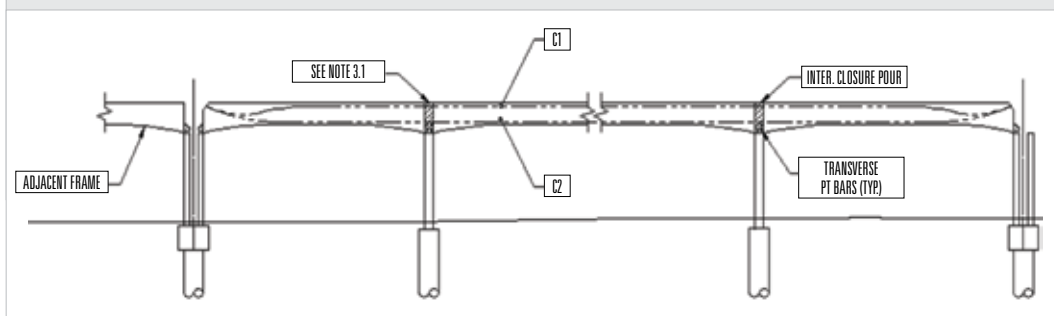
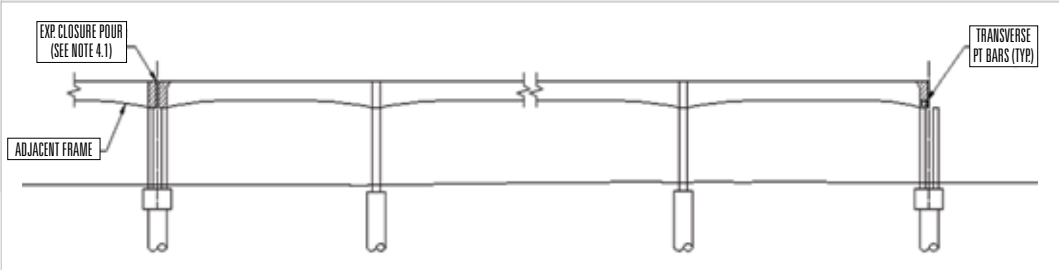


Figura 5 – 4ª fase de construção



zona de fechamento intermediário, assim que o concreto de fechamento atinja a resistência de projeto. Remoção dos suportes temporários e intermédios das vigas.

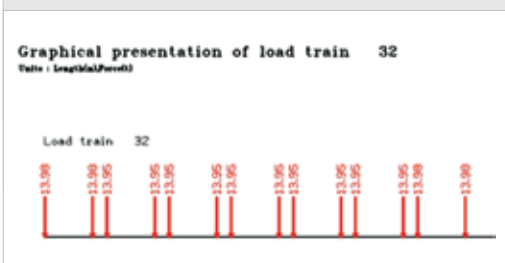
4ª Fase - Concretagem de fechamento das vigas-guia nas zonas de juntas de dilatação. Tensionamento das barras transversais nos pilares duplos assim que o concreto ganhe resistência. Concretagem do topo do pilar na zona de fechamento. Remoção dos suportes temporários dos pilares duplos. Instalação de passagens de emergência, suportes de cabos, trilhos de alimentação elétrica e demais equipamentos.

Os critérios de dimensionamento considerados para o projeto foram os da NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto. No entanto, como muitas das cargas e combinações de cargas exigidas por uma estrutura de monotrilho não estão contidas em uma só norma, então foram ainda considerados os critérios do “American Concrete Institute” (ACI 318-92), “Analysis & Design of Reinforced & Prestressed Concrete Guideway Structures” e American Association of State Highway and Transportation Officials” (AASHTO), “Load Resistance and Factored Design (LRFD) Bridge Design Specifications 2007”.

As cargas específicas consideradas no projeto foram as seguintes:

- **Cargas permanentes:** Todo o peso de vigas de concreto, pilares e passarelas de emergência.
- **Cargas móveis:** Elas são geralmente compostas por um trem com sete carros com quatro tipos diferentes de cargas de ocupação: AW0 (veículo vazio), AW1 (todos os passageiros sentados), AW2 (6 passageiros/m²), AW3 (8 passageiros/m²), AW4 (com 10 passageiros/m²). Para efeitos de projeto, foram considerados dois trens de 7 carros para incluir o reboque de um trem danificado. Foi ainda considerada uma sobrecarga adicional correspondente a um veículo de manutenção com um padrão específico de carregamento, de modo a refletir sua geometria. Uma representação típica de duas cargas de trem é mostrada na Figura 6.
- **Sobrecarga na passarela de emergência:** Com base nos requisitos do projeto, foram definidos como 5,0 KPa na passarela principal, e 3,0 kPa para a passarela de manutenção.
- **Sobrecarga de impacto:** Para este projeto específico e com base nas características dos veículos, foi adotado um valor de 15% sobre o peso do mesmo.
- **Cargas de protensão:** Como referido acima, existem duas fases de protensão para cada viga ao nível individual: uma executada na viga pré-moldada e, uma vez executada a concretagem de fechamento, outra ligando as várias vigas em conjunto.
- **Vento no veículo e estrutura:** Uma análise detalhada foi realizada pelas equipes de projeto.
- **Frenagem:** A frenagem normal é tipicamente 15% do peso aplicado na superfície superior da viga, enquanto que uma frenagem de emergência é conside-

Figura 6 – Representação gráfica do carregamento pelo trem



Quadro 1 – Cargas típicas do projeto estrutural global

Ações e combinações de ações	L07-03 – trecho reto			L07-03 – trecho reto		
	Axial (kN)	My (kN m)	Mz (kN m)	Axial (kN)	My (kN m)	Mz (kN m)
Peso próprio	2384	30	187	2399	417	127
Cargas permanentes + protensão + fluência/retração	2632	27	851	2657	135	894
Sobrecargas Aw2	863	1928	214	877	1882	297
Forças de lacete e centrífuga	0	108	0	4	1034	70
Vento no veículo	0	4555	6	25	4483	307
Vento na estrutura	76	1615	691	79	1253	945
Combinações de ações	-	-	-	-	-	-
Cargas de serviço	4399	8080	3364	4439	8078	3687
Cargas majoradas	7774	14676	6137	6996	15226	6442

rada como 30% do peso a ser considerado na viga.

- **Forças laterais:** Força centrífuga e de lacete são forças apenas relacionadas com o trem. A maior força é aplicada em cada vão. A força centrífuga está relacionada com a velocidade de projeto de um tramo particular, enquanto que a força de lacete se aplica a 6% do peso do veículo em qualquer direção lateral.
- **Retração e fluência:** Estas cargas são exclusivamente devidas ao concreto e sua protensão nas estruturas. Foram considerados os efeitos destes fenômenos para uma umidade média relativa de 75%. As análises foram realizadas em cada fase do projeto, até a idade de 27 anos.
- **Temperatura:** Foi considerada uma série de gradientes na estrutura, assumindo um aumento ou diminuição de 15 graus Celsius. Foi também assumido um gradiente lateral, tendo em conta as condições de pôr do sol e do nascer do sol, em ambos os lados da estrutura.
- **Forças de colisão:** Foi considerado o impacto de um veículo de 100 toneladas em qualquer um dos pilares e a uma altura de 1,2 m.
- **Forças sísmicas:** Não foram consideradas ações sísmicas, dadas as condições brandas de sismicidade da região de São Paulo.

As estruturas foram modeladas utilizando um dos mais recentes e evoluídos software para dimensionamento de pontes: Bentley RM-Bridge. O programa permite a modelagem rápida do alinhamento das vigas e uma ma-

neira conveniente para modelar pilares e respetivas fundações. As combinações de cargas modeladas no programa foram obtidas por consulta de engenheiros brasileiros experientes e técnicos do Metrô de São Paulo. O Bentley RM-Bridge permite de uma maneira muito sofisticada utilizar combinações de carga concomitantes, a qual se verificou durante o projeto ser uma mais-valia. Desta forma, o projeto não requer o uso de casos de carga envolventes gerais e com consequências dispendiosas.

O quadro 1 é apresentado para dar ao leitor uma ideia do impacto que cada uma das cargas acima descritas causa ao projeto estrutural global. A tabela apresenta as cargas típicas utilizadas no dimensionamento da base de um pilar intermédio num trecho reto e um trecho em curva. My é o momento transversal e Mz o momento longitudinal. Ambas as estruturas têm a viga com altura aproximada de 14m do solo e alguns trechos têm as vigas-guias colocadas a uma altura de 17m sobre as estradas adjacentes. Os vãos são semelhantes, mas não exatamente iguais e a parte curva tem um raio de 250m. Como as cargas atuam em ambas as direções, são apresentados seus valores absolutos no Os valores acima apresentados são apenas indicativos da mesma maneira que as diversas combinações de carga são consideradas antes do dimensionamento de qualquer trecho. No entanto, é possível constatar que os alinhamentos retos e curvos são submetidos a forças semelhantes, uma vez que todas as combinações sejam consideradas.



Figura 7 – Linha 15 - Pilar Tipo



4. MATERIAIS

Os materiais utilizados na estrutura global foram:

- Concreto com 50 MPa para vigas;
- Concreto com 35 MPa para pilares e fundações;
- Todo o aço foi CA-50 de 500 MPa;
- O aço de protensão é de baixa relaxação, CP 190RB 1900 MPa;
- Em numerosos detalhes, as barras de alta resistência são usadas para proporcionar um reforço para conexões, usualmente ASTM A722, Classe 150, 1034 MPa;

- As placas de aço e perfis utilizados em passagens de emergência, juntas de expansão e suportes temporários são tipicamente A36 -250 MPa; no entanto, em certos locais críticos, foi necessária a utilização de ASTM 572/50 345 MPa.

Um aspecto particular abordado no projeto foi o impacto da fadiga sobre o dimensionamento da armadura na base dos pilares onde, em muitos casos, foram as considerações de projeto preconizadas nas normas brasileiras que condicionaram a quantidade de armadura utilizada na estrutura.

5. PILARES E VIGAS

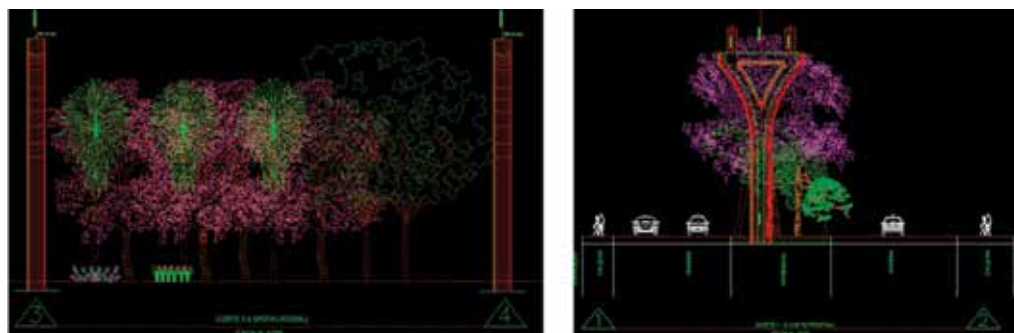
No trecho entre Vila Prudente e São Mateus, as avenidas são largas com três ou quatro faixas de rodagem de cada lado e canteiros centrais, proporcionando o local perfeito para a implantação de um Monotrilho. Uma vez que os principais canais de drenagem também ocupam esse espaço, é necessária a utilização de blocos com grupos de duas, três ou quatro estacas para transpor os canais existentes.

Os pilares foram padronizados ao longo de todo o alinhamento. São concretados “in loco” num estilo tipo íris, elegante e esbelto, segundo o projeto do Metrô de São Paulo. Os pilares intermédios têm tipicamente 1,2m de espessura (dimensão mínima) e, nas zonas

Figura 8 – Melhoria das estradas de superfície



Figura 9 – Melhoramento de espaços verdes e de ciclovias



das juntas de dilatação, têm 0,80m de espessura, com um espaço de 5 cm entre si. A largura dos pilares varia entre 1,7 metros, 2,1m e 2,4 m, dependendo da localização e o tipo de carga.

As vigas são tipicamente pré-fabricadas com comprimento de 30 metros cada e com seção transversal variável de 2,05m para 1,60m, nas extremidades e no meio vão, respectivamente. A viga-tipo é executada com um número de insertos para posterior passagem de linhas de energia e passarelas de emergência. O peso de cada viga varia e normalmente próximo de 70 toneladas.

Os técnicos da CEML verificam e registram cuidadosamente as características de cada viga, atribuindo a cada uma algo semelhante a uma certidão de fabricação, indicando os materiais e verificações de qualidade realizadas nas vigas. Após a concretagem das vigas, estas são transportadas e movidas através de pórticos e colocadas em locais especialmente preparados, para que as operações de protensão se realizem. A equipe da fábrica de vigas aplica a primeira fase de protensão diretamente na viga pré-moldada. Numa segunda fase, é aplicada a protensão de continuidade na estrutura completa.

6. INTEGRAÇÃO URBANA

As diversas estações estão localizadas a aproximadamente 1,40 km de distância entre si, seguindo principalmente ao longo de quatro grandes avenidas que ligam Vila Prudente e São Mateus, através das Avenidas Prof. Luis Ignacio Anhaia Mello e Sapopemba e depois em direção à Cidade Tiradentes, passando na

Avenida Ragueb Chohfi e na Estrada do Iguatemi. Este fato permite aos planejadores urbanos proporcionar aos habitantes das áreas adjacentes ao monotrilho, uma forma de resolver e melhorar alguns problemas urbanos, tais como: ordenamento do tráfego e criar espaços verdes e ciclovias.

Por exemplo, a transição existente ao nível da superfície da Avenida Anhaia Mello para a Avenida Sapopemba requer que os condutores passem de uma avenida muito larga para um par de pequenas ruas laterais, numa curva de 90 graus. A solução desenvolvida em conjunto com o monotrilho permitirá uma transição muito mais suave destas duas avenidas do que a solução atual (Figura 8).

O alinhamento deste tipo de estrutura será realizado prevendo vias com quatro faixas de rodagem, as quais, por vezes, não têm a largura necessária para posicionar os pilares. Como resultado, um ambicioso plano de ordenamento urbano está em desenvolvimento para duplicar as larguras das vias, proporcionando canteiros centrais e garantindo o espaço necessário para os pilares. A nova configuração vai dotar as áreas vizinhas com um corredor de transporte de superfície atualizada, que permitirá que o monotrilho seja colocado dentro do tecido urbano (Figura 9).

7. SITUAÇÃO NO PRESENTE

Em fevereiro de 2013, a primeira fase do projeto Linha 15 (Prata) - Vila Prudente a Cidade Tiradentes, com 2,5km entre Vila Prudente e a unidade de manutenção, Pátio Oratório, está parcialmente concluída. Da segunda parte do projeto, a linha está sendo construída

em quase 8 km de alinhamento, com centenas de fundações, pilares e vigas concluídas.

As figuras 10 e 11 ilustram o estado atual do projeto.

Figura 10 – Linha principal entre Vila Prudente e Estação Oratório



Figura 11 – Estação Oratório



8. PERSPECTIVAS FUTURAS

De acordo com a revisão de 2005 do Relatório Mundial de Urbanização das Nações Unidas, uma das mudanças demográficas mais importantes ocorridas no mundo em desenvolvimento é a rápida urbanização. O mundo em desenvolvimento inclui, nos dias de hoje, as maiores cidades, se expandindo três vezes mais rápido e sendo nove vezes maiores do que no mundo desenvolvido (século XX). Em meados do século XXI, a população do nosso planeta será 80 por cento urbanas (5). A urbanização ocorre de forma individual e os governos

estão trabalhando para reduzir o tempo e os custos em deslocamentos e transportes, melhorando as oportunidades de emprego, educação, habitação e transporte.

O Monotrilho, com seu design eficiente e com a sua rápida implementação, pode ser aproveitado como uma solução confiável de transporte público urbano de curta e média distância, para deslocamento de cidadãos entre as áreas com densa população de cidades, como São Paulo e respectivas áreas metropolitanas, com o mínimo de perturbação para atividades de superfície, utilizando principalmente produtos e tecnologia brasileiros.

Referências Bibliográficas

- [01] Linha 2 Metrô-SP-Monotrilho [Thread Oficial] <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1002079>
- [02] NBR 6118, Projeto de Estruturas de Concreto
- [03] American Concrete Institute, ACI 358-92 Automated People Mover Standards
- [04] American Association of State Highway and Transportation Officials AASTO, LRFD 2007
- [05] United Nations, 2005 World Urbanization Prospects Report. ●

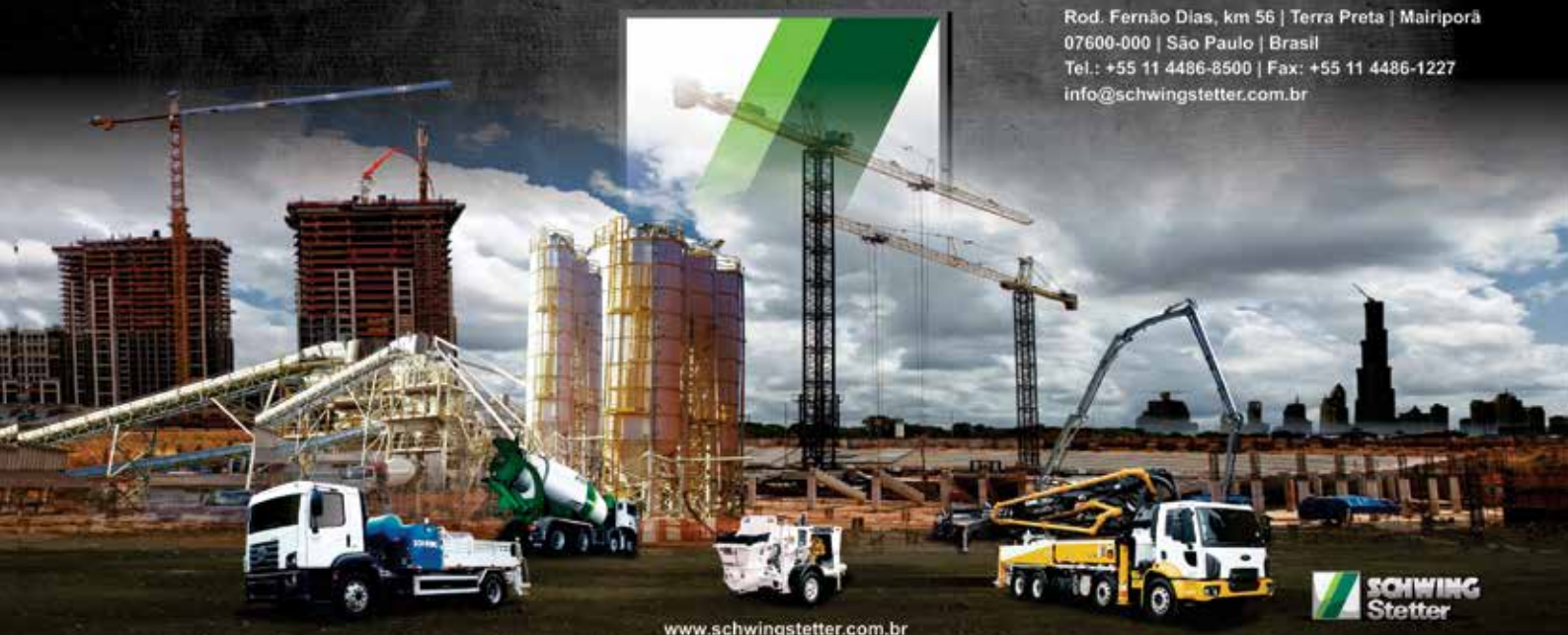
SCHWING-Stetter

Faz a Diferença

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

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

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



Infraestrutura urbana e geral

CARLOS EDUARDO PEDROSA AURICCHIO – DIRETOR TITULAR

FIESP/DECONCIC – DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

1. CONSTRUÇÃO TEM PAPEL IMPORTANTE PARA INFRAESTRUTURA

Estudos apontam que, até o ano de 2030, o mundo precisará gerar 50% a mais de comida, 45% a mais de energia e 30% a mais de água. Essa pressão de consumo –, fruto do crescimento populacional e do aumento de renda – também ocorre no Brasil. Aqui, 15% dos domicílios tiveram ampliado seu poder de compra entre 2002 e 2011, migrando das classes D e E para outras de maior poder aquisitivo.

Para atender a essa demanda crescente, o Brasil precisa cada vez mais de investimentos em infraestrutura: energia, logística, saneamento, telecomunicações e habitação, e é impossível falar de infraestrutura sem expor a importância do setor da construção na economia brasileira.

Em maior ou menor grau, praticamente todos os setores da economia demandam esforços da cadeia produtiva de cons-

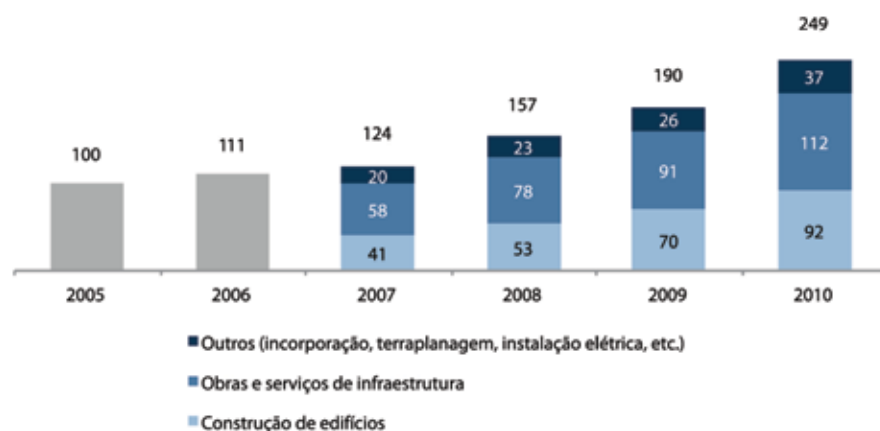
trução. Não por acaso, o setor da construção figura como um dos principais componentes de investimento do país, responsável por 42% da sua formação bruta de capital fixo.

A cada R\$ 1,00 produzido na construção, são gerados R\$ 1,88 na economia como um todo, um valor 88% maior que o inicial. Este multiplicador é considerável e ajuda a explicar a significativa geração de empregos desencadeada pelo setor: cada R\$ 1 milhão produzido na construção cria 70 empregos na economia como um todo.

2. INVESTIMENTOS

O estudo setorial que realizamos com o 10º ConstruBusiness demonstra que o tema infraestrutura segue como um dos maiores obstáculos à competitividade do país, com investimento médio de 2% de seu PIB nos últimos trinta anos, percentual abaixo dos países vizinhos da América Latina. Vemos a Parceria Público-Privada (PPP) como um instrumento essencial para o

Gráfico 1 – Valor das obras e serviços da construção (R\$ bilhões)



Fonte: LCA, com base em dados do IBGE.

Gráfico 2 – Valor das obras e serviços da construção* (R\$ bilhões)



Fonte: LCA, com base em dados do IBGE. *Empresas com 30 ou mais ocupados.

desenvolvimento da infraestrutura nacional, descentralizando a realização de investimentos para o setor privado, e gerando ganhos de eficiência e qualidade acarretando um potencial de crescimento de toda a Cadeia Produtiva da Construção, além de ser um fator significativo para alavancar o produto nacional. Temos observado que o Governo Federal tem dado cada vez mais destaque à participação da iniciativa privada em investimentos de infraestrutura, no posicionamento no Plano Nacional de Logística Integrada (PNLI), e pelo espaço dado ao assunto na agenda legislativa pelo poder público. Mas, para o Brasil ter êxito num curto e médio prazo, são necessárias regras claras na elaboração dos projetos, além do fácil acesso as informações para um claro acompanhamento dos processos pelas empresas, pelas secretarias e órgãos governamentais responsáveis por contratações e controle dos empreendimentos.

No Brasil, o avanço sustentado da economia impulsionou a construção nacional nos últimos anos, levando-a a um novo patamar de produção. De acordo com a Pesquisa da Indústria da Construção do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o valor nominal das obras e serviços do setor saltou de R\$ 100 bilhões em 2005 para R\$ 250 bilhões em 2010 – um crescimento médio de 36% ao ano, como mostra o Gráfico 1.

Todos os segmentos da construção apresentaram taxas elevadas de crescimento nesse período. Ainda segundo os dados do IBGE, o valor total das obras e serviços de infraestrutura avançou a uma taxa média de 25% ao ano entre 2007 e 2010, embalado tanto pelo aumento de investimentos públicos quanto de empresas privadas. O valor total das edificações construídas,

por sua vez, cresceu 30% ao ano, sob o estímulo da demanda habitacional e por outros tipos de edifícios (industriais, comerciais, hospitais, escolas e estádios), como mostra o Gráfico 2.

O valor adicionado da cadeia produtiva da construção praticamente dobrou entre 2005 e 2010, chegando à marca de aproximadamente R\$ 300 bilhões, ou cerca de 8% do Produto Interno Bruto (PIB) total brasileiro.

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) tem sido um motor relevante para o avanço dos investimentos em infraestrutura no Brasil. O PAC 1 foi lançado em janeiro de 2007, com um

plano de aporte de recursos no valor de R\$ 541,8 bilhões em obras de infraestrutura logística, energética, social e urbana, instalações que deveriam estar concluídas até dezembro de 2010. O relatório de quatro anos do PAC 1 indica que foram concluídos R\$ 444 bilhões em obras, o equivalente a 82% do total.

O PAC 2 foi lançado em março de 2010, separando os empreendimentos em seis eixos: energia, transportes, cidade melhor, comunidade cidadã, água e luz para todos, sendo o sexto eixo o programa Minha Casa Minha Vida. O PAC 2 prevê investimentos equivalentes a R\$ 955 bilhões de 2011 a 2014 e seu 4º balanço indica que, deste valor total, R\$ 324,3 bilhões foram executados até junho de 2012, dos quais R\$ 211 bilhões são relativos a obras já concluídas, de modo que o PAC 2 executou 34% de seu orçamento em 35% do tempo previsto. No entanto, não é possível afirmar com base nesses dados que o PAC 2 esteja em dia com sua agenda de investimentos, uma vez que não há um cronograma claro que sirva de parâmetro para este acompanhamento.

Já o Plano Plurianual (PPA) organizado pelo governo federal e aprovado no Congresso por meio de lei quadrienal oferece uma previsão de quanto se pretende investir nos diversos setores de infraestrutura a médio prazo. Este plano é elaborado de quatro em quatro anos no segundo ano de mandato presidencial, de modo que seu planejamento cubra um ano no mandato seguinte.

Adicionalmente, alguns setores de infraestrutura são contemplados com planejamentos setoriais a longo prazo, que estabelecem metas de expansão e qualidade, e a correspondente previsão de recursos necessários para esse alcance.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), por exemplo, é responsável pelo planejamento estratégico dos setores de energia elétrica, petróleo e gás, e, nesta competência, publica anualmente o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), que apresenta o planejamento energético para os dez anos seguintes, sendo o plano mais recente o PDE 2020, publicado em 2011.

O setor de logística e transportes também apresenta um planejamento de longo prazo, desenvolvido pelo Ministério dos Transportes em cooperação com o Ministério da Defesa. É o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT). Este documento foi publicado em 2009 e apresenta o planejamento do setor em três fases, de 2008 a 2011, de 2012 a 2015 e de 2015 a 2023.

No dia 15 de agosto de 2012, foi lançado o Programa de Investimentos em Logística (PIL), que prioriza empreendimentos na área de transportes considerados estratégicos pelo governo federal. Estes empreendimentos deverão ser realizados na forma de Parcerias Público-Privadas e contam com previsão de investimento de R\$ 79,5 bilhões de 2013 a 2015, com contrapartida de R\$ 53,5 bilhões da iniciativa privada em um prazo de 25 a 30 anos.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estima os valores de investimento necessários para universalizar o saneamento básico no Brasil até 2030, com metas intermediárias em 2015 e 2020. As estimativas têm base no PPA e nos planos setoriais (PDE, PNLT e PLANSAB) para o montante de investimentos previstos nestes setores de infra-

estrutura de 2013 a 2017. Vale registrar que a cifra total de R\$ 931 bilhões impõe um desafio de planejamento e gestão relevante, de modo que as contratações possam se efetivar no prazo e nas condições adequadas para a realização dos empreendimentos pretendidos.

3. PERSPECTIVAS

Diante deste cenário, e das perspectivas do setor da construção, convidamos os leitores a ler o caderno do 10º Congresso Brasileiro da Construção (Construbusiness), evento realizado em dezembro passado, pelo DECONCIC – Departamento da Indústria da Construção da FIESP, com presença do vice-presidente da República, Michel Temer, entre outras autoridades do governo federal, estadual e municipal.

O estudo traz propostas que visam aumentar a competitividade brasileira ao eliminar os chamados gargalos da infraestrutura, os reais vilões do crescimento sustentável.

Gargalos como: planejamento e gestão dos projetos, segurança jurídica, novas fontes de investimento, mão de obra qualificada no setor, impactos tributários e altos custos produtivos no país e sustentabilidade, são assuntos abordados no “Programa Compete Brasil”, resultado do esforço da Fiesp e de mais de cem entidades representativas da cadeia produtiva da indústria da construção, que inaugura uma agenda positiva para o desenvolvimento de nosso país. ●

Sika® Carbodur® Lâminas de fibra de carbono para reforço estrutural

Para reforçar estruturas devido a:
Aumento de carga, danos em elementos estruturais,
Materiais danificados em serviço, mudanças no
sistema estrutural, alterações de projeto, danos de
fogo ou impactos.

Explore todas as possibilidades com os sistemas Sika Cardodur

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

Todos os sistemas testados com os exclusivos adesivos **Sikadur®**

Total segurança para o seu projeto!

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

entre em contato
construcao.marketing@br.sika.com
[facebook.com/sikabrasil](https://www.facebook.com/sikabrasil)



Figura 1 – Imagem virtual da Arena Corinthians



Arena Corinthians: projeto e execução

MARCELO UNGARETTI – ENGENHEIRO

EGT ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Para a realização da Copa de 2014 no Brasil, além de outras obras urbanas, estão sendo construídas Arenas Multiuso, que, depois de sediar os jogos de

competição, deverão ser autossustentáveis para o futuro. Assim, os projetos desenvolveram várias possibilidades de arquibancadas e camarotes, de restaurantes e shopping centers internos à edificação.

Afora as características locais, há diferentes ori-

Figura 2 – Seção Leste-Oeste

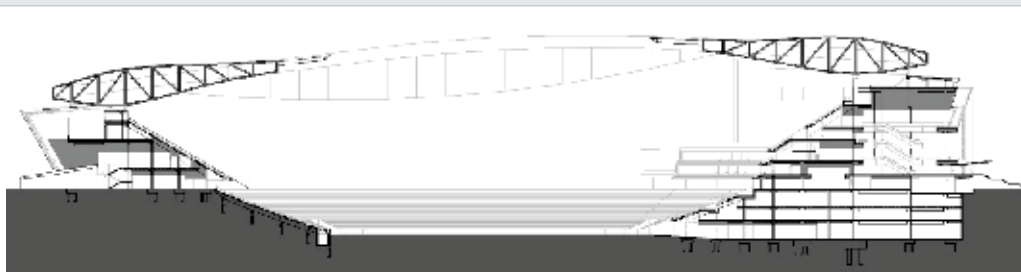


Figura 3 – Seção Norte-Sul



gens dos recursos, tamanho das arenas, soluções variadas de cobertura, arquibancadas provisórias, mas todos atendendo às exigências modernas de desempenho estabelecidas pelo “green guide” da FIFA, que define condições da ventilação, iluminação, fluxo de espectadores, visibilidade e conforto durante os jogos ou outros espetáculos.

Neste trabalho serão descritas as características principais da arena do Corinthians em construção, cujos projetos se nortearam na qualidade, operacionalidade, sustentabilidade e viabilidade econômica, com foco nas soluções de concreto armado moldado “in loco” e pré-moldado.

2. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

A Arena Corinthians, localizada em Itaquera, zona leste de São Paulo, possui capacidade para 45.000 espectadores. Para atingir a capacidade de 65.000 lugares para o jogo de abertura da Copa 2014, terá duas arquibancadas provisórias de 10.000 lugares, localadas

no Norte e Sul da Arena.

O terreno de implantação da obra tem aproximadamente 200.000m² de área, incluindo local para 3.500 vagas de estacionamento externo.

Além disso, a Arena possui instalações compatíveis com o recebimento de 30 chefes de estado, que vão representar os países participantes do evento, e instalações para colocação de mais de 5.000 jornalistas.

Um dos pontos marcantes da concepção arquitetônica foi a adaptação do partido à situação do terreno existente, tirando vantagem das diferenças de nível e minimizando o movimento de terra.

Como toda Arena Fifa, ela é orientada no sentido norte-sul pelo seu eixo maior e arquibancadas principais no Leste-Oeste.

A estrutura abaixo da cobertura é de concreto estrutural, exceto pequenas partes (fachada Oeste, passarelas do mall em metálica ou estrutura mista).

Praticamente 80% da estrutura de concreto é pré-moldada e o restante se compõe de blocos de funda-

Figura 4 – Foto aérea mostrando o estado da obra



Figura 5 – Bloco sobre estacas

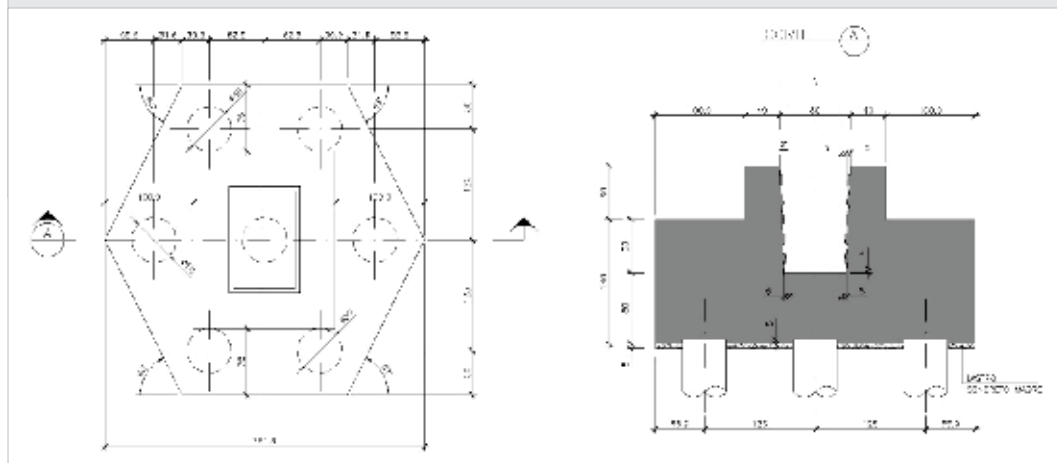
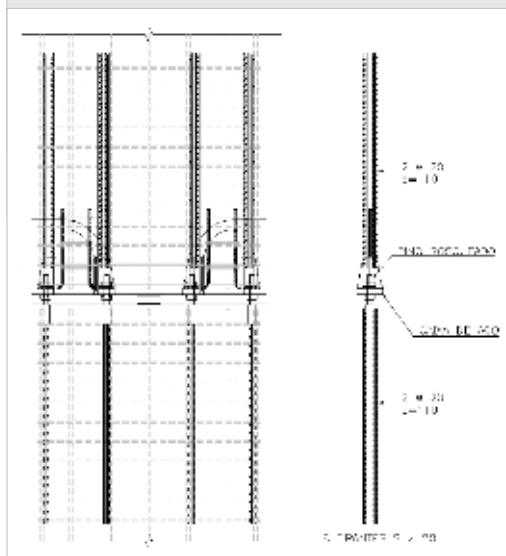


Figura 6 – Detalhe de emenda



ção, torres dos elevadores, arrimos e outras pequenas partes moldadas “in loco”.

Estruturas compostas (aço-concreto) só foram utilizadas (em pequena quantidade) quando as condições de construção tinham alguns impedimento para a solução pré-moldada de concreto.

Na execução dos elementos pré-fabricados, foi adotado executar parte dos elementos no local da obra e parte nas fábricas de pré-moldados. Para isso, a fabricante da estrutura pré-moldada instalou uma unidade de 7.500m² no canteiro, utilizando na época de pico até 150 operários na produção.

No canteiro local, foram executadas as vigas ja-carés e os pilares.

Adicionalmente, os outros elementos pré-moldados (vigas, lajes alveolares, degraus de arquibancada) foram

executados em fábricas fora do local. Resultou em um total de mais de 16.000 peças, incluindo as lajes alveolares.

Para o setor Oeste, que é o maior de todos (12 andares) a solução estrutural é constituída por pórticos transversais a cada 7,50m, exceto na fachada, que é a cada 10,5m, e por lajes alveolares de 25+6cm no

Figura 7 – Emenda de pilar pré-moldado



sentido longitudinal, travadas por torres de rigidez situadas junto às caixas de elevadores. No outro sentido, temos vãos entre eixos de pilares de 10 a 15m.

Essas torres, inclusive, são dimensionadas para resistir aos esforços horizontais de vento, bem como para melhorar o comportamento dinâmico global do edifício e da estabilidade das estruturas da cobertura metálica. No outro sentido, temos vãos entre 10 e 15cm.

As regiões de interligação das torres com os pisos foi moldado “in loco”.

A fundação foi projetada em blocos sobre estacas pré-moldadas de 50 ou 70cm de diâmetro, em função das condições geotécnicas do subsolo. Já, os demais pilares foram todos pré-moldados.

3. DETALHES DE EXECUÇÃO

Para limitar o peso das peças, os pilares foram divididos em até três partes e as emendas foram feitas através de juntas parafusadas.

Os nós de interligação das peças são monolitizados. Para garantir isto nas ligações viga-pilar, as armaduras superiores são emendadas com luvas, e a interface viga-pilar completamente preenchida com “grout”. Em regiões (poucas) em que há tração na face inferior da ligação, a emenda das barras é por junta parafusada ou chapas de aço soldada.

Mesmo as vigas em balanço usaram este sistema.

Já, as lajes são monolitizadas por conta da concretagem da capa e preenchimento da região superior das vigas.

Os degraus de arquibancada e as vigas-jacaré são todas pré-moldadas. As vigas jacaré são monolitizadas entre si e com os pilares.

Figura 8 – Balanços pré-moldados



Figura 9 – Detalhe da montagem dos balanços



Figura 10 – Detalhe da ligação das lajes

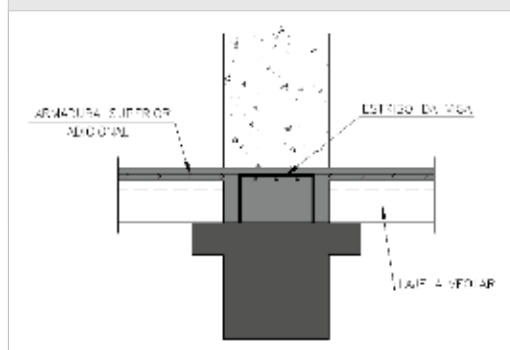


Figura 11 – Detalhe da ligação das vigas jacaré

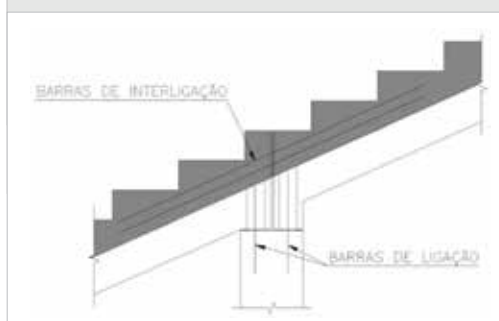


Figura 12 – Jacarés pré-moldadas



Já os degraus se interligam pontualmente uns com os outros e se apoiam nas vigas jacarés.

4. CONCLUSÃO

A Arena Corinthians foi um desafio em todos aspectos. É um projeto dos mais importantes, com demandas econômicas de tempo e restrições de contexto que condicionaram a realização de soluções estruturais ideais. ●

Tipo de Intervenção: Construção de Novo Estádio
Responsável Obra: Sport Club Corinthians Paulista
Modelo de Investimento: Privado
Construtora: Odebrecht

Estrutura Pré-Moldada de Concreto: CPI Engenharia
Projeto Arquitetônico Executivo: CDCA Arquitetura
Projeto Estrutural Executivo: EGT Engenharia e FHECOR do Brasil



**PARA ESCREVER A HISTÓRIA DE
UM PAÍS, É PRECISO CUIDAR DELE.**

Para um país crescer, é preciso investimento. Mas é necessário também pensar no meio ambiente, na sociedade e nas futuras gerações.

A indústria do cimento investe em qualidade e utiliza as tecnologias mais avançadas para promover um desenvolvimento sustentável. Colabora ainda para tornar o meio ambiente mais limpo com o co-processamento: a destruição de resíduos industriais e pneus em seus fornos.

Onde tem gente tem cimento.

Logística de blocos de concreto e lajes pré-moldadas içadas: estudo de caso

RÚBIA DE OLIVEIRA FONSÊCA – ENGENHEIRA CIVIL
SENAI-AL/CESMAC

KARINE DOS SANTOS – ENGENHEIRA CIVIL
Record Engenharia Ltda./CESMAC

ROSINEIDE HONORATO DOS SANTOS – PROFESSORA MESTRE
DEP. DE ENGENHARIA CIVIL/CESMAC

1. INTRODUÇÃO

A logística aplicada à construção civil é entendida como sendo o processo multidisciplinar aplicado a uma determinada obra, de planejar, implementar e controlar, de maneira eficiente e eficaz, o fluxo e armazenagem de bens, serviços e respectivas informações, do ponto de origem ao ponto de consumo, com o propósito de atender plenamente às necessidades dos clientes. Ela visa garantir o abastecimento, a armazenagem, o processamento e a disponibilização dos recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção.

O tema estudado é bastante complexo, principalmente porque construção civil não se faz como uma linha de produção seriada, na qual as etapas são bastante previsíveis. O objetivo geral foi estudar a implantação de estratégias logísticas em uma obra localizada na cidade de Maceió, Alagoas, utilizando-se da aplicação de alvenaria estrutural (bloco de concreto) e lajes pré-moldadas içadas, para favorecer a industrialização do processo, bem como a redução de prazo

de execução e, com isso, elevar a produtividade e o lucro da empresa construtora.

O estudo de caso baseou-se em pesquisa bibliográfica e em estudo de campo através de visitas periódicas e acompanhamento dos serviços de alvenaria estrutural e da laje pré-moldadas içadas.

O trabalho considera a realidade em que se encontra o Brasil, onde os profissionais da área já desenvolveram técnicas e conhecimentos com suporte na logística que permite melhorias nas empresas como um todo, desde o escritório central, canteiro de obras, até a entrega final do produto ao cliente.

2. ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso foi realizado em um condomínio residencial que se encontrava em fase de construção. A escolha do condomínio residencial para pesquisa foi devido à utilização de tecnologia organizada na construção do empreendimento e preocupação com as questões de prazo de entrega, economia, qualidade e meio ambiente.

A proposta deste texto é apresentar procedimentos existentes nos processos/sistemas produtivos do estudo de caso.

Figura 1 – Planta baixa Apartamento Tipo



A aplicação dos procedimentos aqui descritos pode ajudar a minimizar os custos a partir da utilização de ferramenta logística empresarial com o estudo dos métodos construtivos ali aplicados da fabricação a aplicação dos principais insumos, analisando as vantagens e desvantagens destes métodos.

O condomínio residencial localiza-se no município de Macaí/AL, ocupa uma área construída de 22.500m², incluso no programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal. Destaca-se que a solução de industrialização aqui analisada é considerada inovadora na região.

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo racionalizado, no qual os elementos que desempenham a função estrutural e de fechamento são de alvenaria, ou seja, as próprias paredes de blocos de concreto. Pilares e vigas no pavimento-tipo são desnecessários, reduzindo o uso de armaduras e de fôrmas. As paredes estruturais distribuem as cargas de maneira uniforme ao longo de seu comprimento, facilitando a solução da fundação. Segundo BERENGUER&FORTES (2005), a alvenaria estrutural pode ser classificada em: Alvenaria estrutural armada, Alvenaria estrutural não armada e Alvenaria estrutural protendida. Os elementos existentes no projeto são de alvenaria não armada em sua maioria, com algumas paredes armadas, conforme necessidade estrutural. Esse é o sistema construtivo mais utilizado hoje em dia no Brasil. (BEDIN, 2003 *apud* BERENGUER&FORTES, 2005).

2.2 LAJES PRÉ-MOLDADAS IÇADAS

As lajes pré-fabricadas planas e maciças são conside-

radas completamente pré-fabricadas porque são produzidas totalmente pelo processo industrializado, ou seja, numa fábrica produtora ou em uma central implantada dentro do próprio canteiro de obras, no qual é necessária a utilização de apoio mecanizado para o transporte e para a montagem (BRUMATTI, 2008). Tratam-se de lajes com espessura de 10cm a 12cm e dimensões em planta variáveis conforme ambientes. Em cada pavimento são confeccionadas 55 placas para uma área de 413m², distribuídos em 6 apartamentos, hall e poço de elevador. Os vãos e as lajes são detalhados conforme dimensionamento dado pelo calculista, sendo necessário o apoio por completo na alvenaria estrutural. Esses elementos eram fabricados no próprio canteiro de obras.

As etapas de cada processo citado a seguir conta com uma equipe treinada para execução e acompanhamento. Cada equipe foi montada aos poucos, conforme necessidade dos serviços. Através de treinamento, as pessoas passavam a assumir funções dentro do processo geral com seriedade e disposição para trabalhar em um sistema até então novo para empresa.

2.3 PROCEDIMENTOS

- **Fôrmas:** Através de estudo *in loco*, foi confeccionada uma fôrma tipo pista.
- **Armação:** Na central de armação, a matéria-prima é cortada e dobrada obedecendo ao projeto estrutural e, posteriormente, posicionada na fôrma.
- **Concretagem e cura:** O lançamento e o adensamento do concreto obedecem aos padrões estabelecidos, sendo determinados para as placas o fck de 25MPa, com *slump* de 7cm +/- 2cm e aditivo de pega, conseguindo, assim, alcançar valores mínimos de resistência da peça e realizar a desforma e o içamento dos painéis com segurança e num tempo bem menor que o convencional. Após 24 (vinte e quatro) horas, cada laje é liberada e içada para seu local de estoque, empilhando-as com lote de 5 (cinco) unidades.

Figura 2 – Planta Baixa das lajes pré-moldadas içadas - Apartamento Tipo

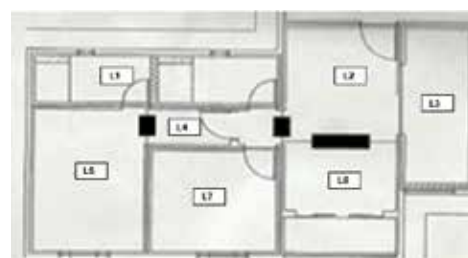


Tabela 1 – Equipe de armação, concretagem, armazenagem e transporte

Função	Quantidade
Engenheiro de pré-moldados	1
Técnico de edificações	1
Armador de ferragem	3
Ajudante prático de armador de ferragem	3
Pedreiro	1
Ajudante prático de pedreiro	1
Servente	6
Operador de caminhão muck	1

- **Transporte e aplicação de laje:** As placas são dimensionadas conforme sua disposição e esforços recebidos, mas, como na maioria dos pré-moldados, também considerando os esforços durante eventual concentração de tensões. Esse fator contribui decisivamente para a alteração na especificação do concreto das lajes. O transporte das lajes é realizado por guindastes com capacidade de carga de 30 toneladas. O canteiro de obra foi adaptado para essa nova tecnologia, onde é necessário áreas de estocagem e circulação de veículo de grande porte, como caminhões “muck”, que é o veículo transportador do produto para aplicação. É neste item que está o maior custo deste serviço.

3. ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS APLICÁVEIS NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E LAJES PRÉ-MOLDADAS IÇADAS COM BASE NAS FERRAMENTAS LOGÍSTICAS

Baseado no estudo, as pesquisadoras desenvolveram

um *layout* para implantação e funcionamento de um canteiro de obras para uma edificação constituída por alvenaria estrutural e lajes pré-moldadas içadas, levando em consideração o estudo técnico, econômico, movimentação de materiais, dimensionamento de equipamentos, circulação de funcionários, clientes, máquinas e o bem estar dos que residirem neste ambiente como um todo, em diversas etapas da obra, pois o *layout* sofrerá alterações no decorrer do processo de construção para adequar-se a cada fase da obra. Com posse de projetos e cronograma, é essencial que, antes da definição da forma do canteiro, os gestores discutam e estabeleçam metas e objetivos, tais como: porcentagem de qualidade mínima exigida na entrega de materiais, porcentagem de qualidade mínima de serviços executados, estabelecer prazo de entrega e prever custo previsto para a execução. Normalmente, estes itens são elaborados pelo gerente de obra e equipe. A prevenção e os cuidados com a contaminação do meio ambiente também devem ser uma preocupação preliminar para saber o que fazer com os resíduos que são gerados.

- **Definição do *layout*:** Após reuniões e debates, chega-se à definição da forma do croqui do canteiro de obras, levando em consideração todos os itens necessários ao funcionamento da construção do empreendimento.
- **Execução:** Iniciando esta etapa são formadas as primeiras equipes de trabalho, mobilizando os setores de compras e de pessoal; chefes de equipes, visitas nas edificações vizinhas para devida apresentação do empreendimento e solicitar a colaboração durante a execução de serviços que incomodarão.
- **Funcionamento:** Estando o ambiente liberado para execução de serviços preliminares da edificação, o canteiro de obras passa a ser uma área de convívio intenso.

Figura 3 – Fôrma para concretagem de lajes (Canteiro, 2011)



Figura 4 – Transporte de lajes (Canteiro, 2011)



- **Escritórios de engenharia:** Sugere-se salas climatizadas e com uma visão do todo da obra, fácil acesso para clientes e fornecedores.
- **Almoxarifado:** Informatizado com um sistema ligado ao escritório central, dimensões físicas compatíveis com o porte da obra; almoxarife capacitado e responsável pelo patrimônio da obra.
- **Áreas de vivência:** Conforme a NR 18, as áreas de vivência, como refeitório, vestiários, sanitários e lavatórios, todos são compatíveis com o número de funcionários; deixa-se claro que estas instalações são provisórias e não precárias.
- **Projeto Leitura no canteiro de obras:** Instalação de biblioteca com acervo baseado na cultura e nível de escolaridade dos funcionários, onde os mesmos podem, no intervalo, utilizarem da leitura para adquirir conhecimento.
- **Projeto Cursos de aperfeiçoamento e palestras dentro do canteiro:** Através de parcerias com empresas especializadas no assunto, sendo realizado após o expediente, tais como: Operador de Betoneira, Eletricista Predial (NR 10), dentre outros.
- **Projeto Alfabetização de Educação de Jovens e Adultos:** Como se sabe a maioria dos profissionais da Construção Civil não teve acesso à educação básica; assim, é importante a empresa dar esta oportunidade para o crescimento do seu quadro de profissionais.
- **Projeto Inclusão Digital:** É interessante a inclusão digital do profissional desta área, visando abrir novos horizontes.
- **Acompanhamento psicológico:** Reuniões semanais visando interação entre administração e colaboradores.
- **Comemorações:** Para a interação da administração e colaboradores, comemorações como aniversariantes do mês, conclusão de etapas.
- **Central de fabricação de blocos de concreto estruturais:** Como a demanda da construção civil está em alta e as empresas fornecedores de materiais já não conseguem cumprir seus contratos para entrega, sugere-se um estudo preliminar para fabricação *in loco* dos próprios blocos, uma bloqueira.
- **Central de fabricação de lajes pré-moldadas içadas:** Esta sugestão é viável quando a obra é de grande porte e tem exigência no cumprimento de prazo.
- **Central de resíduos:** Neste canteiro, sugere-se os seguintes procedimentos: contemplar no PGRCC programas como o Obra Limpa, que visa a separação dos resíduos dentro do canteiro e destinações específicas para cada um deles; buscar parcerias com empresas e cooperativas que possam recolher determinado tipo de material, como papelão, sacos de cimento para reciclagem, minimizando a quantidade de resíduos.
- **Circulação:** Para a utilização do sistema de alvenaria estrutural e lajes pré-moldadas içadas, a circulação dentro do canteiro é primordial, pois ali estarão vários tipos de veículos: para as lajes, os caminhões muck; para os blocos paletizados, as empilhadeiras e minigruas.

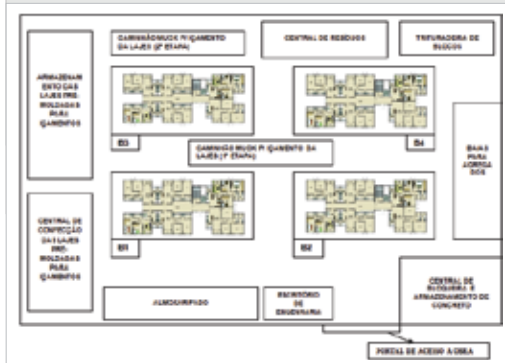
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão bibliográfica, foi possível apresentar um conceito de Logística e as principais atividades associadas a ela no canteiro de obras. Já a análise do estudo de caso permitiu a identificação das características e apresentação do processo de execução de alvenaria estrutural e lajes pré-moldadas içadas.

Devido à grande necessidade por prazos e qualidade dos produtos, que o mercado impõe, deve-se cada vez mais estar à procura de novos e práticos métodos construtivos que atendam tanto financeiramente, quanto em prazo de entrega.

Quanto ao estudo de caso, conclui-se que a viabilidade do processo de industrialização do canteiro, através de inovações em serviços ali aplicados, mostrou-se positiva financeiramente, com redução de custos (material e mão de obra). No caso das lajes pré-moldadas içadas, houve uma economia de 6,51% em comparação com o uso de lajes convencionais

Figura 5 – Croquis de layout proposto



(nervuradas), devido ao menor número de profissionais para execução, ao transporte de lajes com rapidez, ao cumprimento do cronograma previsto. O estudo esclarece também que este sistema só será viável para obras de grande porte, que cumpram rigorosamente o cronograma, evitando custos em transporte e estoque dos materiais.

Contudo, o trabalho não esgota todas as possibilidades de diretrizes, pois, como o próprio estudo de caso demonstra, apesar da utilização de produtos inovadores para a re-

gião (alvenaria estrutural e lajes pré-moldadas içadas) e ferramentas logísticas, existem também especificidades em função das estratégias adotadas em cada empresa ou ainda em função das características de suas obras.

Ressalta-se a importância da elaboração de uma proposta básica de um *layout* de canteiro de obras, frisando a implantação e utilização das áreas para execução de serviços de alvenaria estrutural e lajes pré-moldadas içadas.

Referências Bibliográficas

- [01] BERENGUER, D. S.; FORTES, A.S. Técnica de execução de alvenaria estrutural. 2005 (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Católica de Salvador. Salvador. Disponível em <<http://info.ucesal.br/banmon/Arquivos/Art3_0030.pdf>> Acesso em 28/10/2011.
- [02] BRUMATTI, Dioni O. Uso de pré-moldados - Estudo e Viabilidade. 2008. 54f. Especialização em Construção Civil. UFMG, Vitória.
- [03] CEOTTO, Luiz Henrique. Industrialização dos Canteiros. Piniweb, São Paulo, março 2008. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/industrializacao-dos-canteiros-78240-1.asp>> Acesso em 10/04/2011.
- [04] NORMA REGULAMENTADORA. NR 18. Áreas de vivência em canteiros de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- [05] VIEIRA, Hélio Flávio. Logística Aplicada à Construção Civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: Pini, 2006. ●

T&A. QUALIDADE COMPROVADA EM GRANDES PROJETOS.

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

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



Túneis podem evitar desastres

As inundações e deslizamentos têm inúmeros impactos negativos no ambiente urbano. Nos últimos cinco anos, 160 inundações de grande porte assolaram o mundo, deixando cerca de 120 mil vítimas e causando a destruição de 20 milhões de casas. Além de perturbar a vida da população, causam “perdas econômicas em função da interrupção das atividades da região afetada, engarrafamentos no trânsito e mortes por afogamentos, deslizamentos e contaminação por doenças de veiculação hídrica”, conta o engenheiro André Assis, ex-presidente do Comitê Brasileiro de Túneis (CBT) e professor da UnB (Universidade de Brasília). “Evitar estes desastres é tecnicamente possível e os custos são amplamente compensados pela redução de mortes e dos prejuízos causados à população”, afirma o engenheiro.

O Comitê Brasileiro de Túneis é uma entidade de caráter técnico-científico ligada à Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS) – atualmente presidida por André Assis – que reúne profissionais, acadêmicos e empresas da área para discutir os túneis e propor soluções subterrâneas para melhorar a infraestrutura das cidades e a vida da população.

1. CENÁRIO NACIONAL

No Brasil, algumas das cidades mais afetadas pelas enchentes são Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG), Recife (PE), Blumenau (SC), Petrópolis (RJ) e Uberaba (MG). “Em algumas destas cidades, foram propostas soluções subterrâneas para resolver os problemas causados pelas enchentes”, diz Assis, que é o atual presidente do ITACET (Comitê de Educação e Treinamento da International Tunnelling and Underground Space Association). “Entretanto, até o momento, pouco foi colocado em prática”.

Em São Paulo, cidade com 16 milhões de habitantes, 80% do escoamento é superficial. Várias soluções



Eng. André Assis, presidente da ABMS

de engenharia poderiam resolver o problema da cidade. O geólogo Luiz Ferreira Vaz, da Themag Engenharia, propôs um túnel como solução para o problema paulista. “Seriam 37,5 km de construção subterrânea ligando o Rio Tietê, na área da Ceagesp, e a região de Araçariguma para controlar as enchentes na cidade de São Paulo”, detalha Assis, que apresentou o projeto no Congresso.

O que estas cidades têm em comum é a excessiva impermeabilização do solo e a inexistência de soluções para o problema. “Em Uberaba, por exemplo, 95% do solo urbano é impermeabilizado e as galerias de drenagem têm capacidade final de 130 m³/s, menos da metade da vazão das inundações, que fica em torno de 250-300 m³/s”, sintetiza André. “O lixo em excesso e a constante impermeabilização do solo tornam necessária a utilização de soluções de engenharia para controle de enchentes”.

“Sarjetas, canaletas, bueiros, bocas de lobo, tubulações, galerias e poços de queda e de visita servem apenas para microdrenagem”, diz André Assis. “Mesmo sistemas de macrodrenagem, como piscinões e canais, por vezes não são suficientes para dar vazão

às águas de enchentes, ou simplesmente não são desejáveis por ocuparem áreas expressivas nas superfícies das cidades”.

2. EXEMPLOS

Os países nos quais as soluções subterrâneas foram aplicadas estão tendo resultados efetivos no combate às enchentes. Na cidade de Hong Kong, na China, foram construídos mais de 12 km de túneis, quase 8 km de galerias e 35 poços para controlar as inundações. Os números demonstram a efetividade das construções: em 1995, a cidade sofreu 90 enchentes, sendo pelo menos cinco delas de grande vulto. Em 2010, foram 18 inundações e nenhuma de grande escala. Já em 2011, o número caiu para 16, sem nenhum relato em grande escala.

A Cidade do México, no México, construiu mais de 150 km de túneis para solucionar os problemas das enchentes. “As obras datam das décadas de 60 e 70 e têm vazão de 200 m³/s”, explica o ex-presidente do CBT.

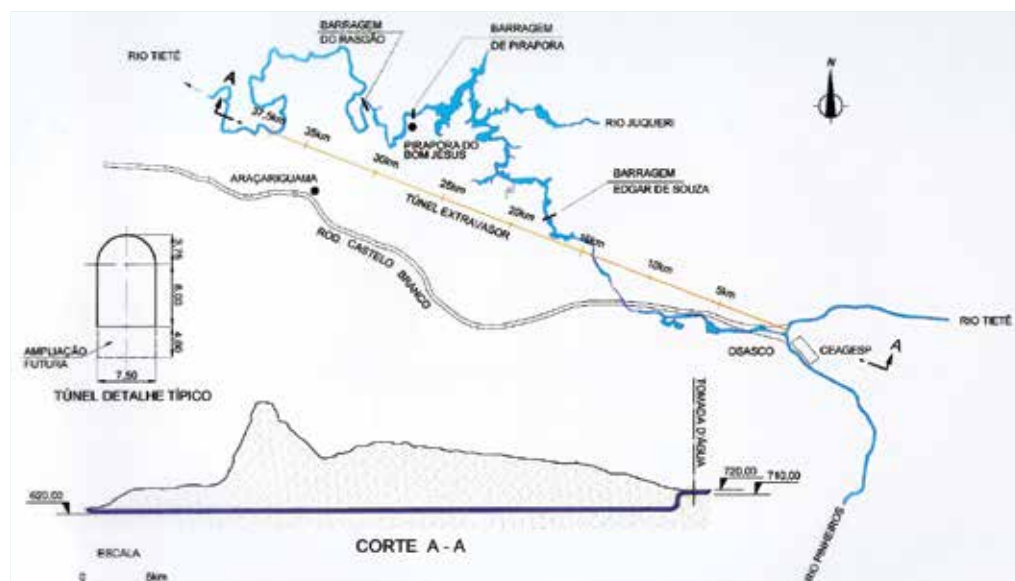
Em Buenos Aires, na Argentina, 35 inundações assolaram a cidade entre 1985 e 2005, causando 25 mortes e milhões em perdas. “A solução que a Argentina deu a este problema foi a construção de um sistema de dois túneis formando um sifão invertido, conectando os poços de coleta e o de saída”, detalha Assis.

Tóquio, capital do Japão, instalou 64 km de túneis para resolver seus problemas de enchentes. O túnel principal tem mais de 10 metros de diâmetro e vazão de 200 m³/s. Além disso, cinco poços com 32 metros de diâmetro completam a construção.

Em Kuala Lumpur, na Malásia, a solução foi construir o Stormwater Management and Road Tunnel (Túnel SMART). Além de via de transporte durante as épocas de seca, o túnel também serve para controle de enchentes. “Quando as chuvas são abundantes, o trânsito no túnel é ainda permitido e a construção é utilizada também para o acúmulo de água das enchentes”, resume o ex-presidente do CBT. Em casos de chuvas muito intensas, o túnel é fechado ao trânsito e completamente inundado.

Já em Bangkok, na Tailândia, existe um projeto que prevê a construção de um túnel que, além de permitir o trânsito e de drenar água de enchentes, também utilizará a água recolhida para gerar energia. “O túnel gerará energia para agregar valor ao projeto”, conta André Assis. Para André Assis, as inundações urbanas podem ser evitadas. Para tanto, é necessário um conjunto de soluções estruturantes e não estruturantes. “A complexidade dos meios urbanos modernos requer construções subterrâneas para o controle de inundações e não podemos fugir deste paradigma”, afirma. ●

Figura 1 – Concepção da solução de descarga subterrânea, projeto do geólogo Luiz Ferreira Vaz



Efeitos de cargas permanentes, trens-tipo e veículos reais em pontes em vigas

PAULO DE TARSO CRONEMBERGER MENDES – PROFESSOR DOUTOR

MARIA DE LOURDES TEIXEIRA MOREIRA – PROFESSORA DOUTORA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

PAULO DE MATTOS PIMENTA – PROFESSOR DOUTOR

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

A rede de rodovias brasileiras conta com elevado número de pontes com faixas etárias as mais variadas, tendo sido projetadas seguindo os padrões estabelecidos pela NB-6 de 1946, 1950, 1960 e 1982. As alterações ocorridas nessa norma visaram adaptar os trens-tipo de projeto à evolução da frota de veículos circulantes.

Os dados sobre as pontes existentes nas rodovias federais brasileiras [1] possibilitam identificar no estoque de pontes suas características estruturais, trens-tipo de projeto, número e dimensões dos vãos, entre outros. Dessas pontes, 93% possuem vão menor que 40,0 m e 50% menor que 20,0 m, 83% são em viga de concreto armado, 50% delas são simplesmente apoiadas.

Este trabalho resgata os trens-tipo das normas NB-6 de 1946, 1950, 1960 e 1982, apresenta as características dos veículos reais da frota em circulação, determina seus efeitos sobre pontes representativas do estoque de pontes brasileiras com vãos entre 6,0 m e 40,0 m, de modo a comparar os resultados e estabelecer a importância de cada um dos carregamentos e contribuir para a avaliação da situação

das condições de estabilidade e da necessidade de adoção de medidas que minimizem os danos às pontes existentes.

2. EVOLUÇÃO DAS NORMAS DE PROJETO

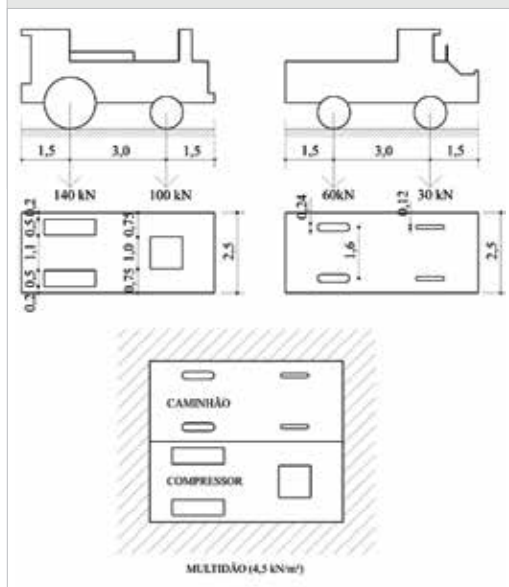
As pontes das rodovias federais construídas entre 1946 e 1950 foram projetadas com o trem-tipo da NB-6 de 1946 [2]. O padrão de carregamento proposto compreendia um compressor de 240 kN e tantos caminhões de 90 kN quantas fossem as faixas de tráfego menos uma, e multidão de 4,50 kN/m², conforme indicado na Figura 2.1. Os efeitos dinâmicos eram considerados com um coeficiente de impacto $\phi = 1,3$.

Em 1949, foi instituída a NPER-6/1949, que estabelecia como trem-tipo de projeto um compressor de 240 kN (140 kN no eixo traseiro e 100 kN no eixo dianteiro) e tantos caminhões de 120 kN (80 kN no eixo traseiro e 40 kN no eixo dianteiro) quantas fossem as faixas de tráfego menos uma, e multidão de 5,00 kN/m², conforme indicado na Figura 2.2. O coeficiente de impacto continuou $\phi = 1,3$.

Em vista da alteração ocorrida com a NB-6 em 1960, as pontes das rodovias federais construídas entre 1960 e



Figura 2.1 – Esquema de carregamento da NB-6/1946

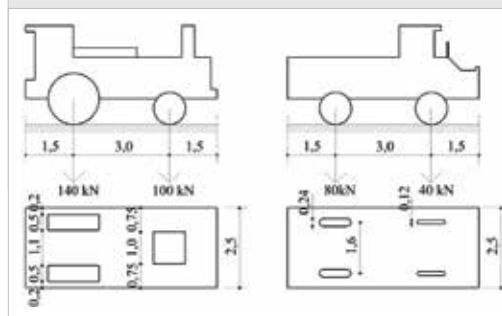


1982 foram projetadas para um padrão de carregamento correspondente a um veículo de 360 kN (120 kN em cada um dos três eixos), multidão de 5,00 kN/m² anterior e posterior ao veículo e multidão de 3,00 kN/m² nas faixas laterais ao veículo, conforme indicado na Figura 2.3. Para consideração dos efeitos dinâmicos foi adotado um coeficiente de impacto variável com o vão da ponte, expresso por:

$$\phi = 1,4 - 0,007.L \quad [2.1]$$

onde L é o vão da ponte.

Figura 2.2 – Esquema de carregamento da NPER-6/1949



Em 1978, a NB-1 passou por nova revisão, mas as normas NB-2 e NB-6 só sofreram alteração em 1987 e 1982, respectivamente. Dessa forma, somente em 1982 houve alteração no padrão de carregamento para o qual deveriam ser projetadas as pontes. Este padrão de carregamento passou a ser composto por um veículo de 450 kN (150 kN em cada um dos três eixos), multidão de 5,00 kN/m² ao redor do veículo e multidão de 3,00 kN/m² nos passeios, conforme indicado na Figura 2.4. Para consideração dos efeitos dinâmicos foi mantido o coeficiente de impacto adotado pela revisão anterior.

3. VEÍCULOS REAIS EM CIRCULAÇÃO

Os veículos que trafegam nas rodovias brasileiras devem obedecer ao disposto na Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), e nas resoluções emanadas do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), como a Resolução Nº 12/98 – CONTRAN,

Figura 2.3 – Esquema de carregamento da NB-6/1960

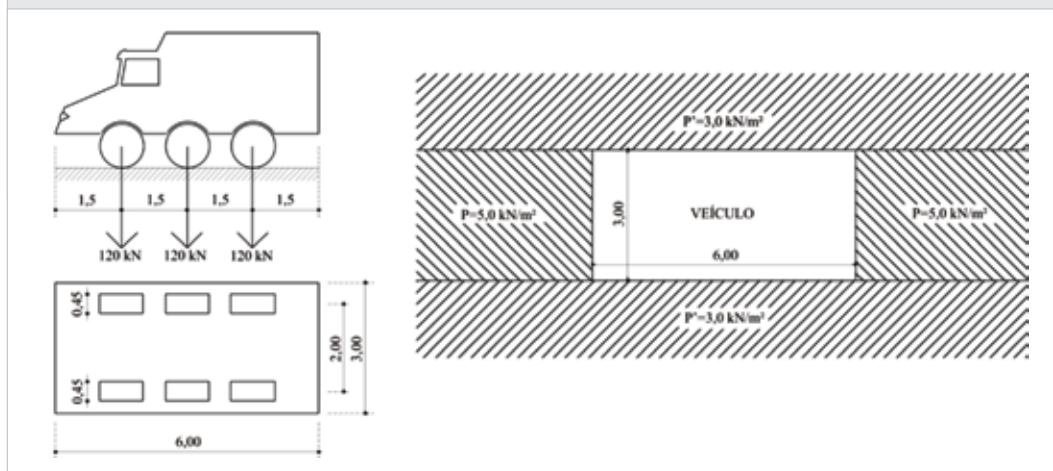
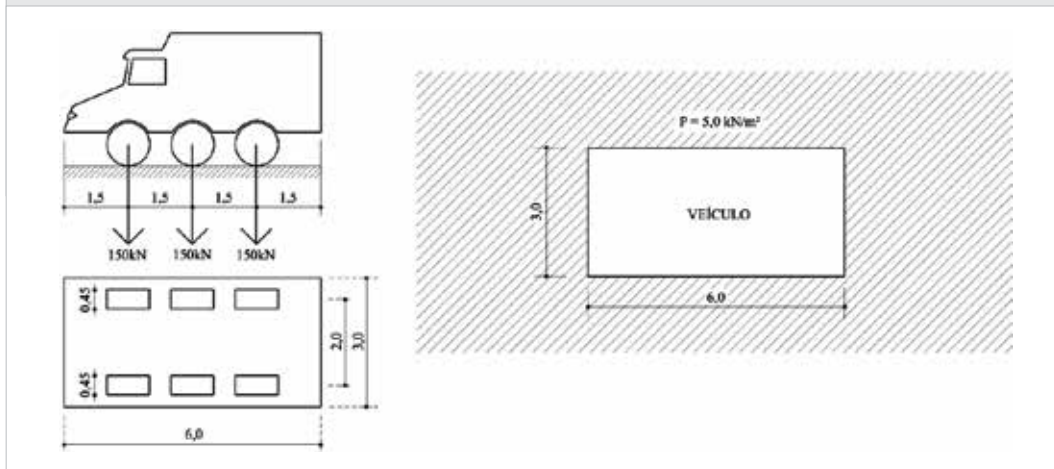


Figura 2.4 – Esquema de carregamento da NB-6/1982



que estabelece limites de peso e dimensões dos veículos e a Resolução Nº 211/06 – CONTRAN, que estabelece os requisitos necessários à circulação de veículos de carga.

As pesquisas de tráfego apontam para uma grande diversidade de tipos de veículos que compõem a frota em circulação no país e para um número infinito de possibilidades para as distâncias entre eixos dos veículos. Para a determinação dos esforços solicitantes provocados pelos veículos reais circulantes, foram selecionados alguns

veículos como representativos da frota, considerando as pesquisas de trânsito apresentadas pelo CENTRAN [3]. Como representativa dos veículos leves foi adotada uma Van, com os carregamentos apresentados na Figura 3.1. Como representativo do segmento de veículos de trans-

Figura 3.1 – Veículo VAN – $E_1 = 16,0 \text{ kN}/E_2 = 22,4 \text{ kN}/d_{12} = 3,00 \text{ m}$

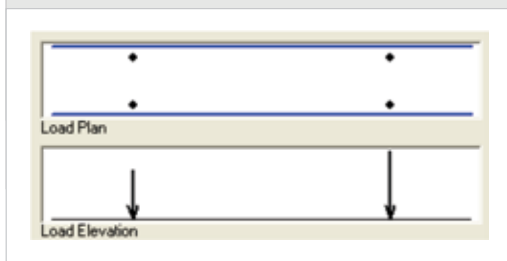


Figura 3.2 – Veículo ONÍB-DD-TRUC (4CB)-(E₁ a E₂)=64,5 kN/(E₃ a E₄)=72,5

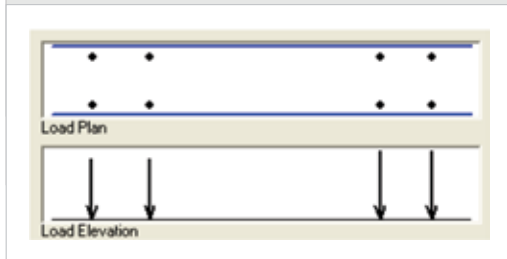


Figura 3.3 – Veículo RT-74/20 (3T6) – $E_1 = 57,0 \text{ kN}/(E_2 \text{ a } E_9) = 90,0 \text{ kN}/d_{12} = 4,075 \text{ m}/d_{23} = 1,45 \text{ m}/d_{34} = 1,95 \text{ m}/d_{45} = 1,25 \text{ m}/d_{56} = 3,55 \text{ m}/d_{67} = 1,25 \text{ m}/d_{78} = 2,75 \text{ m}/d_{89} = 1,25 \text{ m}$

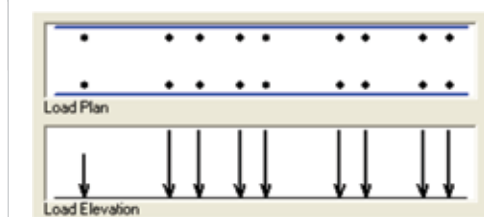


Figura 3.4 – Veículo RT-74/25 (3T6-b) – $E_1 = 57,0 \text{ kN}/(E_2 \text{ a } E_9) = 90,0 \text{ kN}/d_{12} = 3,975 \text{ m}/d_{23} = 1,45 \text{ m}/d_{34} = 4,95 \text{ m}/d_{45} = 1,25 \text{ m}/d_{56} = 3,05 \text{ m}/d_{67} = 1,25 \text{ m}/d_{78} = 5,55 \text{ m}/d_{89} = 1,25 \text{ m}$

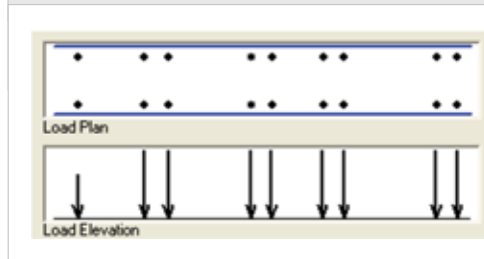


Figura 3.5 – Veículo BT-74/25 (3Q6) –
 $E_1=57,0 \text{ kN}/(E_2 \text{ a } E_9)=$
 $90,0 \text{ kN}/d_{12}=3,06\text{m}/d_{23}=$
 $1,25\text{m}/d_{34}=7,03\text{m}/d_{45}=1,25 \text{ m}/d_{56}=$
 $1,25\text{m}/d_{67}=6,15\text{m}/d_{78}=1,25\text{m}/d_{89}=1,25\text{m}$

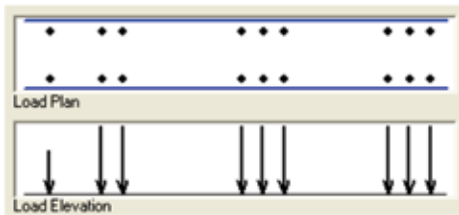
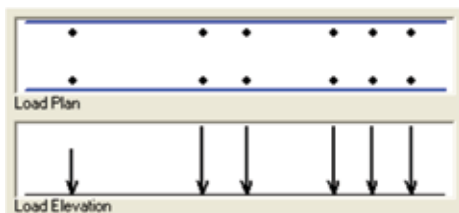


Figura 3.6 – Veículo BB-48/14 (3J3) –
 $E_1=60,0 \text{ kN}/(E_2 \text{ a } E_6)=90,0 \text{ kN}/$
 $d_{12}=4,20\text{m}/d_{23}=1,40\text{m}/d_{34}=$
 $2,80\text{m}/d_{45}=1,25\text{m}/d_{56}=1,25\text{m}$



porte de passageiros foi adotado um ônibus direcional duplo trucado ONIB-DD-TRUC (4CB), conforme visto na Figura 3.2. Foram também considerados os veículos propostos no Relatório Técnico elaborado pelo Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos da USP [4], quais sejam o Rodotrem 74/20 (3T6), Rodotrem 74/25 (3T6), Bi-trem 74/25 (3Q6) e caminhão basculante BB 48/14 (3J3), apresentados nas Figuras 3.3 a 3.6, cujas cargas por eixo consideram o percentual de tolerância de 5% em relação à carga máxima prevista por eixo.

4. MODELO ADOTADO

Para a análise, foi selecionada uma ponte representativa das pontes existentes na rede de rodovias federais brasileiras. Os diferentes padrões de carregamento das normas, descritos em 2, quando aplicados a uma ponte típica provocam esforços solicitantes de valores distintos, que devem ser comparados, para efeito de verificação das condições em que o padrão de carregamento de uma nor-

ma mais recente também é atendido pelo padrão de uma norma mais antiga, ou para comparação com o efeito das cargas reais.

Os modelos utilizados, como o apresentado na Figura 4.1, onde os eixos das barras representativas das longarinas são coplanares aos elementos de casca representativos do tabuleiro, remetem ao processo tradicional de avaliação dos esforços em que a contribuição do carregamento chega às longarinas como reações do tabuleiro sobre as mesmas, sem uma consideração mais precisa quanto à ligação entre esses elementos.

A análise efetuada com o SAP2000 restringiu-se aos momentos fletores máximos nas longarinas, com vãos de 6,0 a 40,0 m, provocados pelos padrões de carregamento das normas e por veículos reais em circulação, com geometrias e cargas por eixo determinadas por legislação específica, conforme Figuras 3.1 a 3.6, trafegando nas faixas indicadas nas Figuras 4.2 a 4.4.

Figura 4.1 – Modelo com elementos de barra e casca

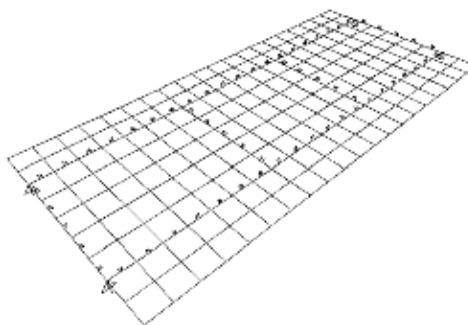


Figura 4.2 – Faixas de atuação do TB240-I e TB240-II, multidão (verde), caminhão (róseo) e compressor (vermelho)

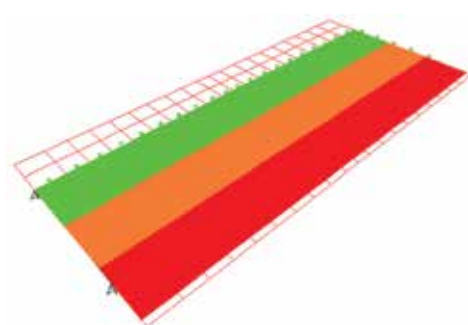


Figura 4.3 – Faixas de atuação do TB360 e TB450, multidão (verde) e veículo (vermelho)

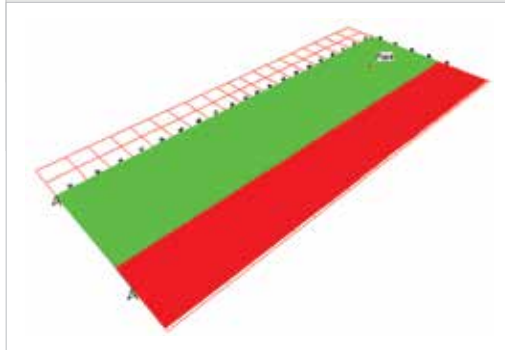
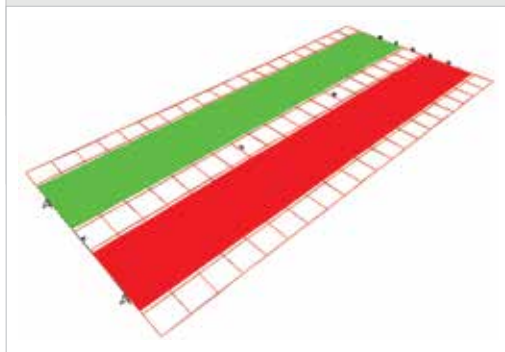


Figura 4.4 – Faixas de circulação dos veículos reais

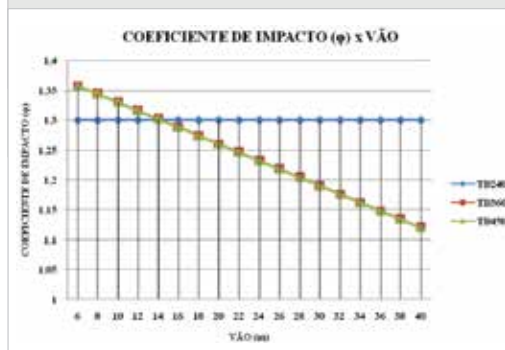


5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 COEFICIENTE DE IMPACTO

A Figura 5.1 apresenta os valores dos coeficientes de impacto em função do vão para os trens-tipo TB240, TB360

Figura 5.1 – Variação do coeficiente de impacto (ϕ) com o vão – TB240/TB360/TB450



e TB450 para vãos de 6,0 m a 40,0 m. Para pontes com vão maior que 14,0 m, o coeficiente de impacto do TB240 é sempre superior aos do TB360 e TB450, o que constitui um fator favorável na análise das pontes mais antigas.

De acordo com medições efetuadas, apresentadas por PENNER [5], o coeficiente de impacto pode assumir valores substancialmente maiores que os considerados por norma, a depender das características da estrutura e do pavimento, da velocidade do veículo e da intensidade das cargas por eixo. Para veículos carregados, o valor do coeficiente de impacto pode chegar a 1,5.

5.2 ESFORÇOS PROVOCADOS PELOS VEÍCULOS ESTUDADOS

Inicialmente foram feitas análises com os valores nominais dos carregamentos previstos nas normas e nos veículos em circulação. Na Figura 5.2, são apresentados os momentos fletores máximos para pontes simplesmente apoiadas com vãos de 6,0 m a 40,0 m relativos aos carregamentos permanentes – peso próprio, pavimento e defensas – somente ao peso próprio, aos trens-tipo previstos nas normas – TB240-I (NB-6/1946) e II (NB-6/1950), TB360, TB450, aos veículos atuando em faixa simples – rodotrens RT-74/20 e RT-74/25, treminhão BT-74/25, trucado semi-reboque BB-48/14 e aos ônibus trucados ONIB-TRUC e direcional duplo ONIB-DD-TRUC. Observa-se a elevada participação dos carregamentos permanentes em relação ao carregamento móvel nas pontes com vãos superiores a 20,0 m.

A Figura 5.3 apresenta as informações contidas na figura anterior, exceto as curvas referentes ao peso próprio

Figura 5.2 – Comparação dos efeitos de cargas permanentes e móveis

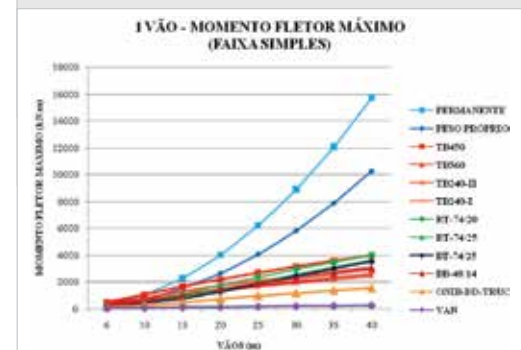


Figura 5.3 – Comparação dos efeitos de cargas móveis reais, excluindo peso próprio - veículos atuando em faixa simples

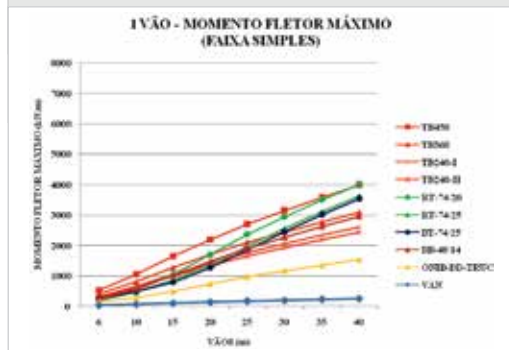
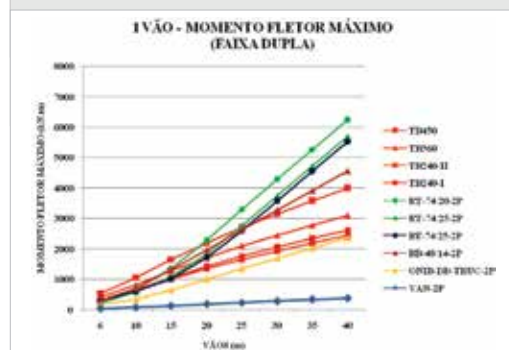


Figura 5.4 – Comparação dos efeitos dos carregamentos, excluindo peso próprio, com veículos atuando nas duas faixas



e às cargas permanentes, para uma comparação entre os efeitos dos trens-tipo das normas com os dos veículos reais. Verifica-se que o veículo RT-74/20 é o que provoca as maiores solicitações, chegando a ultrapassar as solicitações oriundas do TB450 a partir dos 40,0 m de vão.

Os ônibus, representados pelo direcional duplo trucado, e os veículos leves, representados pela Van, apresentam solicitações sempre muito inferiores até mesmo às apresentadas pelo TB240-I.

Na Figura 5.4, são apresentados os momentos fletor máximos para pontes simplesmente apoiadas com vãos de 6,0 m a 40,0 m relativos aos trens-tipo previstos nas normas - TB240-I e II, TB360, TB450, aos veículos rodotrens RT-74/20 e RT-74/25, treminhão BT-74/25, trucado semi-reboque BB-48/14, ônibus direcional duplo trucado ONIB-DD-TRUC e à Van, atuando simultaneamente nas duas faixas de rolamento.

Observa-se que os esforços oriundos do veículo RT-74/20 ultrapassam os valores do TB450 para pontes com vão superior a 20,0 m, ultrapassam os valores do TB360 para pontes com vão superior a 15,0 m e ultrapassam os valores do TB240 para pontes com vão superior a 10,0 m.

Embora o conhecimento dos esforços nominais sirva para uma comparação dos mesmos, importam para as verificações os valores nominais afetados pelos respectivos coeficientes de impacto.

As Figuras 5.5 e 5.6 apresentam os esforços correspondentes para as situações em que os veículos atuam em faixa simples e em faixa dupla, respectivamente. Observa-se que os esforços oriundos do veículo RT-74/20 atuando em faixa simples são compatíveis com os previstos para o TB450, mas considerando o veículo

Figura 5.5 – Comparação dos efeitos dos carregamentos, excluindo carga permanente, com os respectivos coeficientes de impacto. Veículos atuando em faixa simples

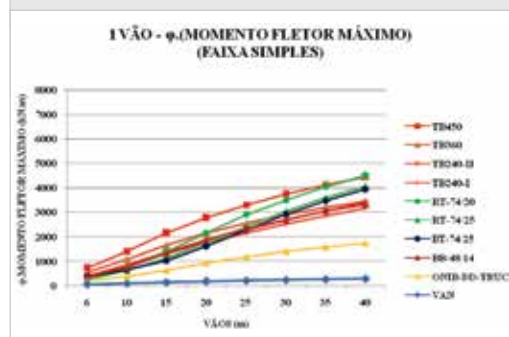


Figura 5.6 – Comparação dos efeitos dos carregamentos, excluindo carga permanente, com os respectivos coeficientes de impacto. Veículos atuando em duas faixas

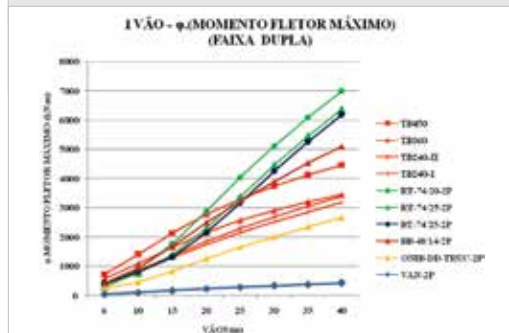


Figura 5.7 – Diferença entre momento máximo provocado pelo RT-74/20 e os padrões das normas, considerados os respectivos coeficientes de impacto

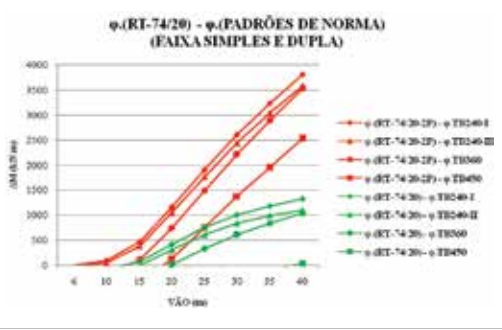
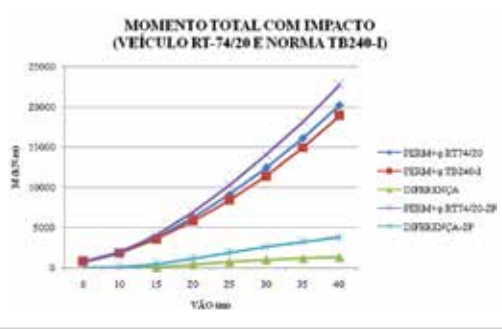


Figura 5.8 – Comparação entre momento máximo provocado pelo RT-74/20 e opadrão TB240-I, considerando o coeficiente de impacto



atuando simultaneamente nas duas faixas, esses valores superam os correspondentes ao TB450 para pontes com vão superior a 20,0 m, superam os correspondentes ao TB360 para pontes com vão superior a 15,0 m e superam os correspondentes ao TB240-I para pontes com vão superior a 10,0 m.

A Figura 5.7 apresenta as diferenças entre os valores dos esforços oriundos do veículo RT-74/20 e os oriundos

dos padrões de norma TB450, TB360, TB240-I e TB240-II, afetados pelos respectivos coeficientes de impacto, para as situações em que os veículos atuam em faixa simples e em faixa dupla.

A Figura 5.8 ressalta as diferenças entre os valores dos esforços oriundos do veículo RT-74/20 e os oriundos do TB240-I, afetados pelos respectivos coeficientes de impacto, para as situações em que os veículos atuam em faixa simples e em faixa dupla.

Para uma ponte com vão de 20,0 m, o momento fletor máximo oriundo do padrão de norma TB240-I, afetado pelo coeficiente de impacto mais o carregamento permanente é de 5.756,0 kN.m, enquanto para o veículo RT-74/20, afetado pelo coeficiente de impacto mais o carregamento permanente, é de 6.166,0 kN.m e de 6.903,0 kN.m em faixa simples e faixa dupla, respectivamente.

Embora as diferenças entre os momentos fletores provocados pelo TB-74/20 e o TB240-I sejam significativas, quando considerado o efeito global dos carregamentos essas diferenças assumem uma importância menor do que se poderia esperar.

Considerando para a ponte da Figura 4.1, com 20,0 m de vão, $b_w=40$ cm, $b_f=440$ cm (segundo o item 14.6.2.2 da NBR6118), $h=200$ cm, $h_f=25$ cm e o TB-240-I, as áreas de aço calculadas encontram-se na Tabela 5.1, para um concreto com $f_{ck}=18,0$ MPa e aços CA-25 ($d'=15$ cm) e CA-50 ($d'=8,5$ cm).

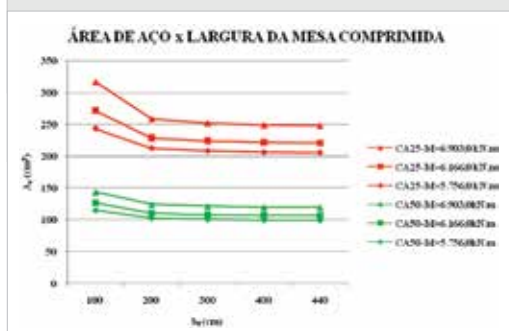
A Figura 5.9 apresenta a variação da área de aço necessária nas três situações de carregamento em função da largura da mesa de compressão, considerados no dimensionamento os aços CA-25 e CA-50. Observa-se pouca variação na área de aço calculada para larguras de mesa comprimida superiores a 2,0 m, o que indica pouca sensibilidade a danos no tabuleiro quando estes ocorrem a mais de 1,0 m afastado do eixo da longitudinal.

Tabela 5.1 – Área da armadura longitudinal – Seção T – Aços CA-25 e CA-50

	M (kN.m)	CA-25 A _s (cm ²)	CA-50 A _s (cm ²)
PERM+ ϕ .TB240-I	5.756,0	205,5 (42 Φ 25)	99,1 (21 Φ 25)
PERM+ ϕ .RT-74/20	6.166,0	220,6 (45 Φ 25)	106,3 (22 Φ 25)
PERM+ ϕ .RT-74/20-2P	6.903,0	247,8 (51 Φ 25)	119,4 (25 Φ 25)



Figura 5.9 – Variação da área de aço calculada com a largura da mesa comprimida



6. CONCLUSÕES

Os trens-tipo TB240-I e TB240-II, embora aparentemente tenham carga total muito inferior aos trens-tipo TB360 e TB450, consideravam um compressor com carga total de 240 kN e caminhões com 90,0 kN e 120,0 kN, respectivamente, totalizando 330,0 kN e 360,0 kN ou mais, dependendo do caso. Além disso, para vãos superiores a 14,0 m, o coeficiente de impacto constante e igual a 1,3, para os trens-tipo TB240-I e TB240-II, supera em até 16% os coeficientes de impacto adotados para o TB360 e TB450 (vão de 40,0 m).

Para vãos superiores a 20,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo carregamento permanente superam os esforços provocados pelos diversos trens-tipos e por todos os veículos reais, considerando faixa simples, chegando a atingir quatro vezes a intensidade dos esforços pelo carregamento móvel mais desfavorável.

Considerando as cargas móveis em faixa simples

e os coeficientes de impacto, o mais desfavorável dos veículos reais (RT-74/20) provoca esforços solicitantes inferiores àqueles previstos pelos trens-tipo TB240-I, TB240-II, TB360 e TB450 para vãos inferiores a 15,0 m. Para vãos entre 15,0 m e 20,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo veículo RT-74/20 são inferiores aos previstos pelo TB360 e TB450. Para vãos entre 20,0 m e 35,0 m os esforços solicitantes provocados pelo veículo RT-74/20 são inferiores aos previstos pelo TB450. Para vãos superiores a 35,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo veículo RT-74/20 são superiores aos previstos pelo TB450 vigente.

Considerando as cargas móveis em faixa dupla e os coeficientes de impacto, o mais desfavorável dos veículos reais (RT-74/20) provoca esforços solicitantes inferiores àqueles previstos pelos trens-tipo TB240-I, TB240-II, TB360 e TB450 para vãos inferiores a 10,0 m. Para vãos entre 10,0 m e 15,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo veículo RT-74/20 são inferiores aos previstos pelo TB360 e TB450. Para vãos entre 15,0 m e 20,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo veículo real RT-74/20 são inferiores aos previstos pelo TB450. Para vãos superiores a 20,0 m, os esforços solicitantes provocados pelo veículo RT-74/20 são superiores aos previstos pelo TB450 vigente.

No cálculo da armadura necessária, a contribuição da largura da mesa comprimida só é significativa para largura total inferior a 10% do vão. Eventuais danos no tabuleiro distantes do eixo da longarina mais de 5% do seu vão não repercutem na área de aço necessária.

Referências Bibliográficas

- [01] MENDES, P. T. C. Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NB 6: Carga Móvel em Pontes Rodoviárias. Rio de Janeiro: ABNT, 1946 – 1960 – 1982.
- [03] CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES – CENTRAN. Plano Diretor Nacional Estratégico de Pesagem – PDNEP. Volume II. Pesquisa de Tráfego. Junho/2006.
- [04] ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – USP. Análise das Consequências do Tráfego de CVCs (Combinações de Veículos de Carga) sobre as Obras de Arte Especiais da Rede Vária do DER – SP. Relatório Técnico. Junho, 2001.
- [05] PENNER, E. Avaliação de Desempenho de Sistemas Estruturais de Pontes de Concreto. São Paulo, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. ●

Sistema de gestão de medidas para auscultação da barragem de Itaipu

ÉTORE FUNCHAL DE FARIA - ENGENHEIRO SÊNIOR

LUCIMAR DOS SANTOS OLIVEIRA, FERNANDO JAVIER RAMOS GIMENEZ,
DIEGO LISKA DALRI, JAIR HONÓRIO - TÉCNICOS DE OBRAS

ITAIPU BINACIONAL

1. INTRODUÇÃO

A Usina Hidrelétrica de Itaipu é um complexo de diferentes tipos de estruturas civis que requerem atenções especiais quando o tema é Segurança de Barragens. Há barragens no Brasil que, pelas suas dimensões e localização, não se faz necessário o uso de determinados instrumentos de monitoramento. Contudo, nas usinas de maiores dimensões e volumes de água, como Itaipu, vários instrumentos foram instalados, cada qual com sua particularidade, e são frequentemente acompanhados para fornecer subsídios técnicos para a avaliação e, principalmente, constatação do seu bom desempenho estrutural. Isto porque, conforme o Guia Básico de Segurança de Barragem, produzido pelo Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, em 1999, “A instrumentação deve ser monitorada, analisada e mantida, para garantir a operação segura da barragem”.

Não obstante a sua grandiosidade física, a Itaipu, geograficamente, tem responsabilidades na segurança das urbanizações à jusante. Por isso, fez-se imprescindível um rigoroso esquema de monito-

ramento estrutural daquela barragem, visto que, em caso de uma suposta ruptura, as consequências seriam irreparáveis.

Os instrumentos instalados em Itaipu Binacional somam um total aproximado de 7.700 unidades. São 5.295 drenos (949 no concreto e 4.346 nas fundações) e mais 2.400 instrumentos (1.358 no concreto, 881 nas fundações e 161 para geodesia), para os quais, há uma equipe de 18 técnicos destinada ao trabalho de captação de leituras, com diversas frequências, nos instrumentos da barragem e o registro em um banco de dados através de sistemas informatizados.

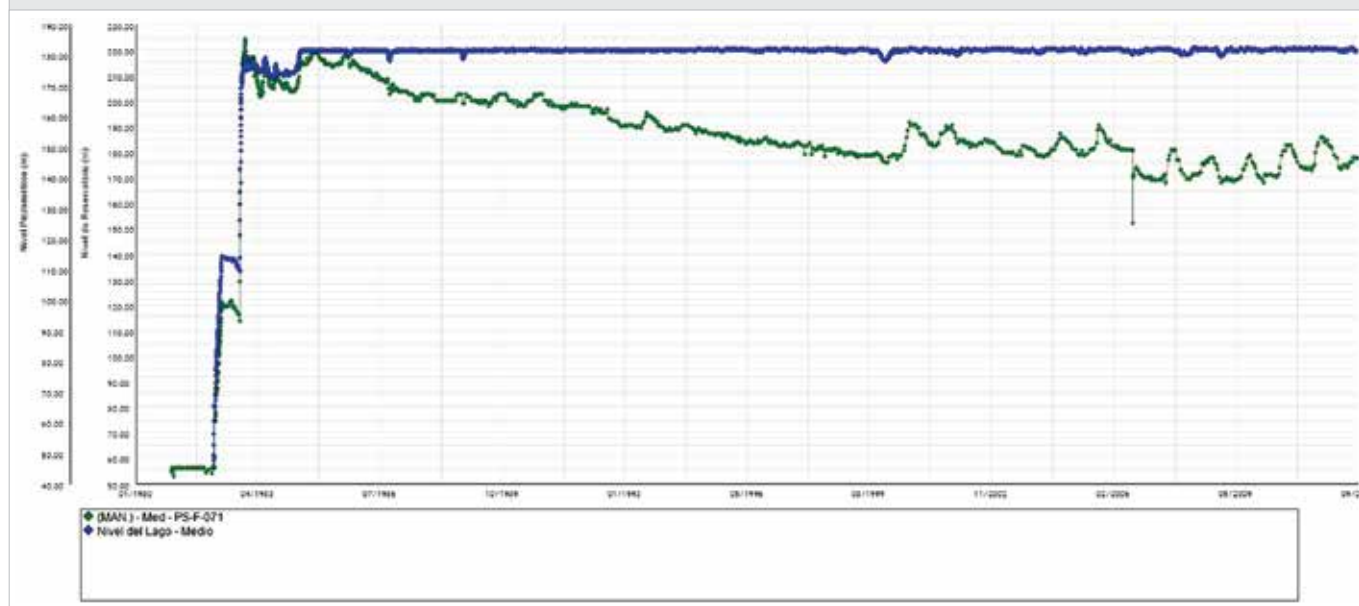
Com o passar do tempo, houve a necessidade de aprimorar os programas de processamento de dados visando rapidez e eficácia em sua análise, inclusive com uma interface mais intuitiva para o usuário, que foi atendida com o desenvolvimento do SGM, Sistema de Gestão de Medições.

2. AUSCULTAÇÃO E MONITORAMENTO ESTRUTURAL DA USINA DE ITAIPU

O trabalho de monitoramento dos instrumentos



Figura 1 – Exemplo de Piezômetro, PS-F-071, 1981 a 1999



na Itaipu vem sendo realizado desde o início da construção, em 1979, com determinadas frequências, pois a possibilidade de alteração no desempenho das estruturas era grande, visto o constante aumento das solicitações. Este trabalho é desenvolvido na Divisão de Obras Cíveis, responsável pela instalação, manutenção, recuperação, modernização e leituras nos instrumentos de auscultação, bem como pelas inspeções visuais de rotina e especiais.

As frequências de leitura da instrumentação devem ser adequadas para avaliar os desempenhos previstos no projeto para as fases da “vida” da barragem: construção, primeiro (e, às vezes, segundo) enchimento do reservatório e operação; e para possibilitar o acompanhamento das velocidades de variação das grandezas medidas, considerando a precisão dos instrumentos e a importância dessas grandezas na avaliação do desempenho real da estrutura.

A partir de 1983, com o enchimento completo do lago de Itaipu, conforme Figura 1 (curva azul), notou-se a “estabilização” da maioria dos instrumentos, o que comprova que o comportamento estrutural esperado em projeto foi atingido com sucesso. Com isso e, após análises sistemáticas, foram surgindo possibilidades de dilatação dos períodos de leitura, que

passaram a ter frequências semanais, quinzenais, mensais e trimestrais.

2.1. INSTRUMENTOS DE CONCRETO E DE FUNDAÇÃO

Os instrumentos instalados na barragem de Itaipu têm cada qual sua particularidade, cujas funções sucintamente são:

Instrumentação do concreto

- **Pêndulo direto:** Mede os deslocamentos horizontais de pontos dos blocos instrumentados da barragem em determinadas cotas, em relação a um local próximo à fundação da estrutura.
- **Pêndulo invertido:** Mede os deslocamentos de um ponto próximo da fundação da barragem em relação a um ponto da fundação suficientemente profundo para ser considerado fixo. As leituras nos pêndulos (direto e invertido) são realizadas com um coordenômetro, que determina os deslocamentos horizontais em duas direções ortogonais entre si.
- **Base de alongâmetro:** Mede abertura ou fechamento e recalque ou deslizamento entre blocos ou juntas de monólitos. São três pinos chumbados nas estruturas de concreto (dois em um bloco e um no outro), cujas distâncias são lidas através de um alongâmetro.

- **Medidor elétrico de junta:** Mede os deslocamentos de abertura e fechamento de determinadas juntas de contração de estruturas de concreto.
- **Deformímetro de armadura:** Mede as tensões em barras de armadura, no interior de estruturas de concreto.
- **Tensômetro de concreto:** Mede a tensão no interior de estruturas de concreto.
- **Deformímetro de concreto:** Mede a deformação

do concreto e, consequentemente, obtém-se a tensão que está atuando na estrutura.

- **Termômetro de resistência:** Mede a temperatura no interior da estrutura de concreto.

Os cabos elétricos de vários destes cinco instrumentos são conduzidos até uma central (caixa seletora), onde os dados de leituras são fornecidos por aparelhos conectados aos terminais.

Figura 2 – Bloco-chave – detalhes de alguns instrumentos na barragem de concreto

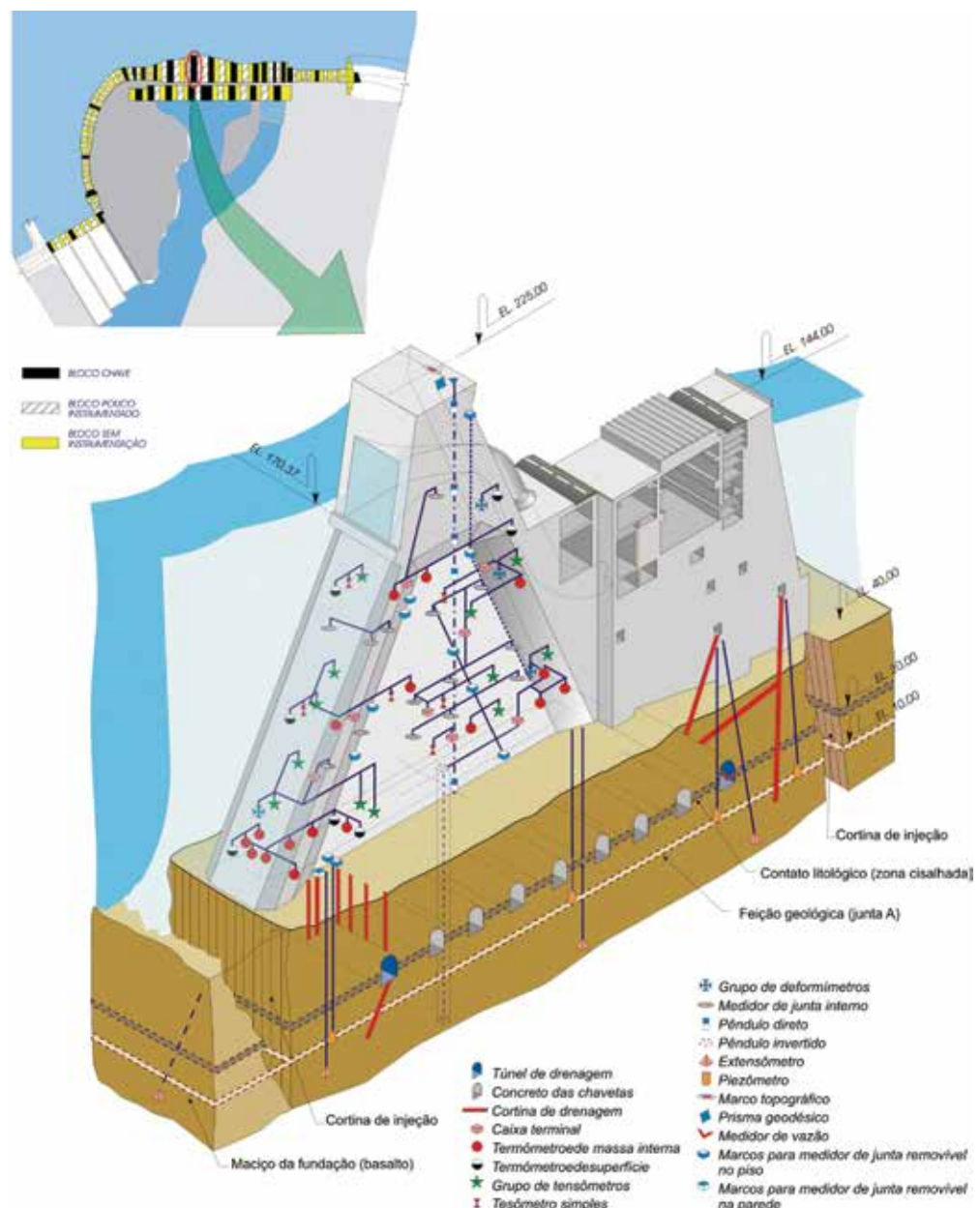


Figura 3 – Tela principal do SAI – Sistema de Acompanhamento da Instrumentação

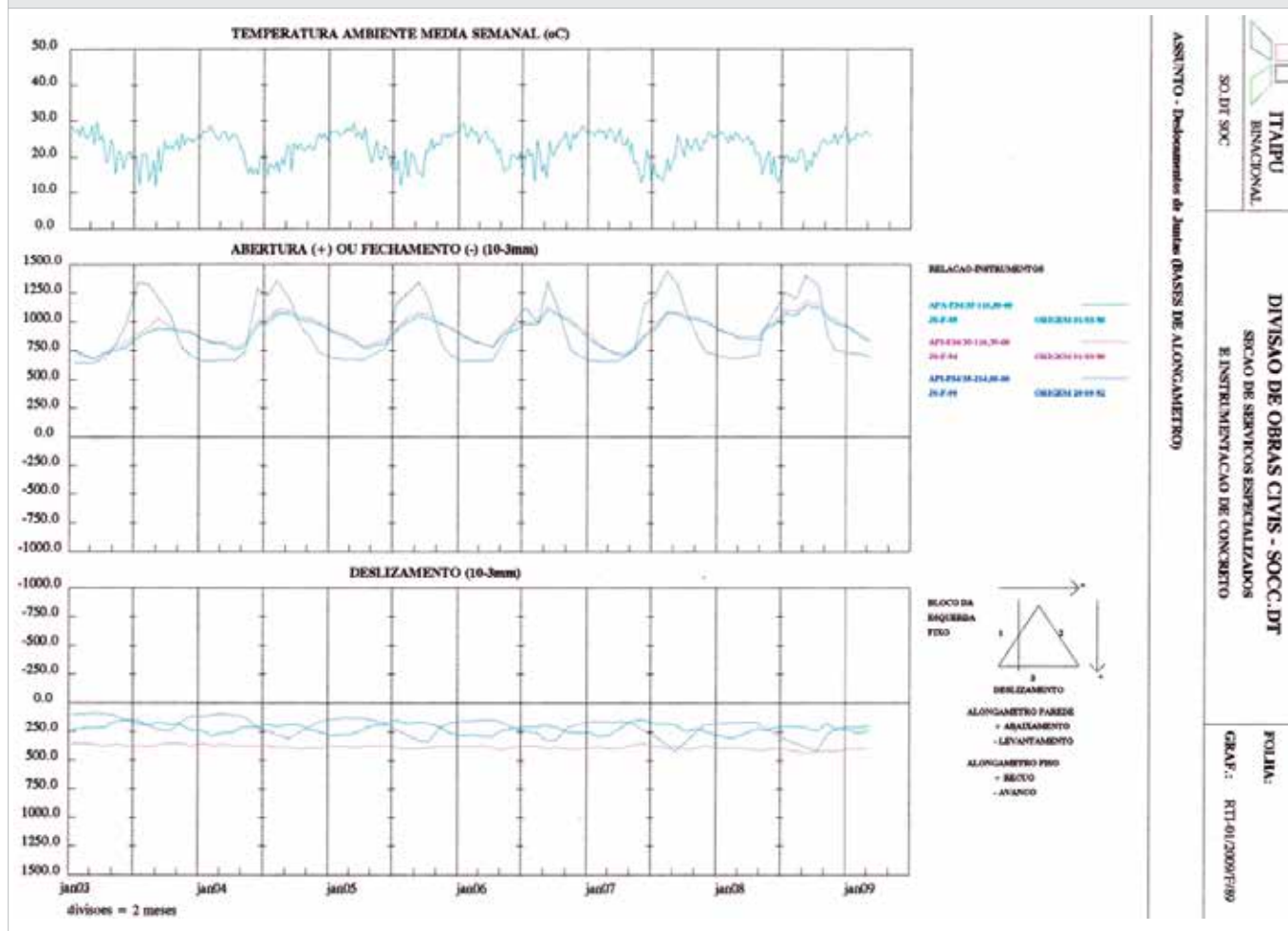


Instrumentação da fundação

- **Medidor de vazão:** Mede as vazões de percolação através das estruturas e fundações das obras de terra e concreto. Dividem em medidores de vazão triangulares e trapezoidais. As leituras são obtidas pelo nível da água num tubo à jusante, medido numa régua graduada em milímetros.
- **Extensômetro múltiplo de haste:** Mede as deformações da fundação com relação ao ponto de ancoragem de sua haste. As leituras são realizadas com relógios comparadores que determinam os deslocamentos das hastes em relação a uma base na estrutura de concreto.
- **Piezômetro Standpipe (Piezômetro Standpipe ou de tubo aberto/medidor de nível d'água):** Mede a pressão neutra no solo ou o nível d'água na fundação da barragem. As leituras são feitas com uma fita graduada com um sensor em sua ponta para identificar o nível da água no tubo ou por meio de manômetros, quando o nível de água excede a extremidade superior do tubo.
- **Piezômetro tipo Geonor:** Instrumento eletrônico utilizado para medir a pressão neutra no solo e subpressão na rocha. Um equipamento elétrico específico é utilizado para a aquisição de leituras.
- **Medidor de assentamento IPT (medidor de recalque):** Mede deformações verticais ocorridas nas barragens de terra. São tubos fixados em placas que são colocadas em elevações de interesse quando da construção de maciços de terra.
- **Célula de pressão total:** Mede as pressões totais atuantes na zona de contato solo-concreto. É um equipamento elétrico cuja leitura é realizada também em caixas seletoras.
- **Medidor triortogonal:** Mede os deslocamentos em três direções entre juntas de concreto e/ou zonas fraturadas nos maciços rochosos. As leituras são realizadas com relógios comparadores.

Na Figura 2, num bloco-chave, têm-se detalhes de instalação de diversos instrumentos da Usina de Itaipu.

Figura 4 – Aspecto do gráfico gerado no SAI



2.2 SISTEMA INFORMATIZADO DE REGISTRO DE DADOS

Os dados coletados eram repassados ao Sistema de Acompanhamento da Instrumentação – SAI, implantado na Itaipu Binacional em 1979, que era acessado via MS-DOS e cuja interface, pouco intuitiva, é mostrada na Figura 3. Para sua execução, eram necessários muitos comandos e caminhos diferentes para chegar ao resultado desejado, o que tornava demorado o lançamento e avaliação de dados. Além disso, os gráficos, resultado final das análises dos dados, eram apresentados conforme Figura 4 e não permitiam exportação para outros aplicativos.

Outra característica do SAI era a dificuldade da implementação de melhorias no sistema, uma vez que a plataforma de desenvolvimento do software não

permitia a sua modernização, principalmente da interface com o usuário.

3. SISTEMA DE GESTÃO DE MEDIDAS (SGM)

Os avanços tecnológicos e a necessidade de melhorar os processos de auscultação foram decisivos para a modernização de softwares na Divisão de Obras Cvis. Através de um contrato com o Parque Tecnológico de Itaipu – Margem Direita (Paraguai), um novo programa foi, então, desenvolvido para o processamento dos dados de auscultação, o SGM – Sistema de Gestão de Medidas.

A partir desse novo sistema, as informações trazidas do campo são processadas e as que não são validadas de acordo com crteros técnicos pré-estabelecidos são imediatamente remetidas aos técnicos

Os resultados de análises, que passaram a serem mais rápidas e eficientes, são compilados a cada seis meses e compõem um relatório de acompanhamento da auscultação, que é emitido para a análise de es-

Diversas funcionalidades tornaram o novo sistema um aplicativo bastante moderno e com direcionamento para a Gestão de Auscultação. Seu desenvolvimento buscou acoplar a robustez de uma enorme base de dados, formada por leituras de mais de 6.400 instrumentos, e a rápida acessibilidade às informações armazenadas ou tratadas internamente, como na transformação de leituras em medidas e na geração de gráficos. A parte de impressão também foi um grande avanço, porque o sistema anterior (SAI) fazia impressão de gráficos somente em impressoras matriciais pré-configuradas no código-fonte do programa.

Figura 6 – Planilha com determinado tipo de instrumento e determinado trecho

#	#	Modificar Trótopo	Hora Leitura	Nível (cm)	Desnível (cm)	Altura (cm)	Movimento vertical (cm)	Observação
1		MT-D-001		16,000				Automatizado
2		MT-D-002		10,000	6,670	5,330	6,340	
3		MT-D-003		10,000	6,440	5,560	5,910	
4		MT-D-004		10,000	5,880	5,920	5,880	
5		MT-D-005		10,000	5,950	4,730	5,880	
6		MT-D-006		10,000	6,040	4,960	5,890	
7		MT-D-007		10,000	5,880	5,120	5,730	
8		MT-D-008		10,000	6,630	4,790	6,040	
9		MT-D-009		10,000	5,390	4,710	5,790	
10		MT-D-010		10,000	5,910	3,990	5,490	
11		MT-D-011		10,000	5,350	4,790	6,030	
12		MT-D-012		10,000	5,400	4,640	5,940	
13		MT-D-013		10,000	6,620	5,140	5,880	
14		MT-D-014		10,000	7,270	5,130	5,990	
15		MT-D-015		10,000	6,380	5,160	6,170	
16		MT-D-016		10,000	6,680	5,160	6,430	
17		MT-D-017		10,000	6,370	5,010	6,240	
18		MT-D-018		10,000	6,920	4,940	5,880	

O campo “Registro” é um dos mecanismos do programa para gestão das informações trazidas de campo. Nesta fase, o programa recebe dados de leituras dos instrumentos de forma individual ou por planilhas. Optando pelo registro em planilhas, o programa fornece uma tela interativa, onde são registrados: a data e o horário da leitura, os técnicos que executaram o trabalho, as observações pertinentes a determinado instrumento, e os campos para o lançamento das leituras. Tudo em uma única tela, facilitando a execução e o processamento dos dados. Após o lançamento, ainda na mesma tela, tem-se a opção de salvar parcialmente os dados registrados e de verificar os gráficos de instrumentos selecionados.

O sistema dispõe de uma ferramenta de busca que permite localizar uma planilha específica ou determinado instrumento, a fim de verificar a consistência, bem como fazer comparações com outras leituras lançadas para o mesmo instrumento em épocas diferentes. Basta, para isso, informar o período de interesse.

O campo “Individual” é onde se obtém informações pertinentes a um instrumento, mostrando seu tipo, código, obra, trecho, bloco e a galeria de locali-

zação. A opção “Modificar” é o melhor caminho para, após revisão em campo ou até mesmo depois de ter lançado dados inconsistentes e salvo, alterar a informação atribuída ao instrumento. No campo “Inconsistência”, o programa mostra se há alguma planilha pendente de verificação e validação. Seleciona-se o período desejado e o resultado será fornecido pelo programa. Geralmente, não é um ícone de utilização habitual, visto que, ao se lançar os dados em planilhas, os técnicos verificam sua consistência e, conseqüentemente, validam os dados.

Pode-se “Consultar”, na mesma tela, as medidas transformadas de certo instrumento, como a elevação do nível de água em um piezômetro, juntamente com a cota do nível do lago e a cota do nível do rio, para uma análise numérica expedita. Além de trazer a possibilidade de impressão das comparações ou exportar a planilha para uso em outros softwares, como o Microsoft Excel, por exemplo.

O campo “Gráfico” traz a possibilidade de exibir as curvas das medidas de um ou mais instrumentos, o que facilita o exame e análise de uma determinada área ou trecho da usina. Em seguida, na mesma tela, estes gráficos podem ser comparados com outros gráficos, como nível do lago, nível do rio à jusante. E

então uma sequência de comandos na mesma tela, como imprimir, zoom, exportar gráfico, salvar, salvar como, dentre outros detalhes. E a opção de “Gráfico Avançado” é onde se configuram os gráficos com mais detalhes dentro de áreas específicas.

“Grupo Alongâmetro” é o item que dá a possibilidade de analisar os dados de uma ou várias Bases de Alongâmetro em forma de gráficos de barra.

O SGM foi pensado considerando a binacionalidade da Usina Hidrelétrica de Itaipu e, por isso, foi desenvolvido em dois idiomas: português e espanhol, para permitir o trabalho integrado entre os técnicos brasileiros e paraguaios.

4. CONCLUSÕES

Considerando que existe uma possibilidade de que novas ferramentas podem ser instaladas no sistema SGM, que os dados a partir desses instrumentos podem ser registrados no sistema em qualquer mo-

mento, que o acesso ou licenças são ilimitados, dentre outros benefícios, considera-se que os resultados obtidos com o desenvolvimento desse software produziram melhorias nos quesitos agilidade e qualidade de processamento de dados.

No entanto, a Itaipu não se deu por satisfeita. Além dos ajustes e melhorias na atual versão do sistema, muitas outras funcionalidades estão sendo preparadas para oferecer mais qualidade ainda à sua Gestão de Auscultação.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Itaipu Binacional, em especial à Divisão de Obras Cíveis, pelo apoio e incentivo ao desenvolvimento deste trabalho. Agradecem, também, aos técnicos que se envolveram no desenvolvimento do projeto, bem como aos demais que deram atenção especial aos pontos divergentes que surgiam com o desenvolvimento do programa. ●

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



WCH
Consultoria, Equipamentos para Pré-Moldados

Weiler - C. Holzberger Industrial Ltda.

Rua Alfa, 400 - CEP 13505-620 - Distrito Industrial - Rio Claro - Brasil

Tel. ++55 (19) 3522 5900 Fax: ++55(19) 3522 5905

www.wch.ind.br • e-mail: wch@wwch.ind.br

Uma busca constante da excelência em projetos rodoviários

PEDRO DA SILVA – DIRETOR DE ENGENHARIA
DERSA

Os períodos de crise internacional – como a que estamos presenciando – trazem momentos e oportunidades para repensar as ações e objetivos que queremos atingir de forma a aprimorarmos a nossa Missão, a nossa Visão e os Valores que buscamos no novo cenário, onde a escassez de recursos públicos é uma constante.

Esses momentos tornaram-se imprescindíveis para a DERSA, pois a tem induzido a buscar novas tecnologias e procedimento construtivos e de gestão, e definir novos parâmetros de excelências em projetos de infraestrutura viária e de logística de transportes.

Não é sem razão que a empresa detém uma marca invejável na implantação de projetos rodoviários. Das 10 melhores e mais seguras rodovias do Brasil, 9 estão localizadas no Estado de São Paulo e 6 tiveram a participação direta da DERSA durante a sua implantação.

Recentemente a DERSA lançou a sua primeira Licitação Internacional para o desenvolvimento do projeto e construção da transposição do canal do Porto de Santos. Estudos mostraram que a tecnologia mais apropriada é a do túnel pré-moldado em concreto e imerso, uma tecnologia inexistente no Brasil, e que sem dúvidas será um divisor de águas para a engenharia brasileira. Com a transferência de tecnologia

DERSA

Figura 1 – Rodoanel Mário Covas (trecho Oeste)



a DERSA estará capacitada a gerenciar o empreendimento cujo valor ultrapassa R\$ 1 bilhão.

Mas quero me concentrar no nosso carro-chefe, o Rodoanel Mário Covas, a maior intervenção viária urbana das Américas e uma referência mundial em modelo de gestão ambiental e social. Estamos iniciando a construção do último trecho, o Trecho Norte, um empreendimento orçado em R\$ 5,64 bilhões. A introdução de métodos construtivos mais eficazes e mais baratos, associada a uma acirrada competição entre as empresas concorrentes durante o processo seletivo fez com que conseguíssemos negociar um expressivo desconto no valor de R\$ 1,17 bilhão (23,1%) no preço final da obra, sem que haja prejuízo da qua-

lidade do produto final, uma condição fundamental e inegociável para a DERSA.

Uma parte do financiamento é originária do BID (Banco Interamericano do Desenvolvimento), e vem a ser o maior financiamento já realizado na história do Banco, que com esta atitude mostra a confiança e a seriedade na equipe da DERSA, na experiência por nós adquirida e nos trabalhos já desenvolvidos.

Quando estiver totalmente implantado, o Rodoanel interligará todas as 10 rodovias que chegam à RMSP - Região Metropolitana de São Paulo, beneficiando diretamente 39 municípios e 19 milhões de habitantes.

Idealizado nos anos 80 e consolidado em meados dos anos 90 pelo Governo do Estado de São Paulo para reordenar a circulação de veículos de pequeno, médio e grande porte na Região Metropolitana e visa desafogar o trânsito e melhorar a qualidade de vida das pessoas. Funcionando como um cinturão de adequação, distribuição e direcionamento do tráfego de veículos de passageiros e de cargas, o Rodoanel atravessa 17 municípios e foi dividido em quatro trechos (Oeste, Sul, Leste e Norte) perfazendo no total um anel viário com 175 quilômetros de extensão.

Já foram construídos e entregues ao público dois trechos num total de 89 quilômetros. O Trecho Oeste foi o primeiro trecho a ser construído. Inaugurado em 2002 interliga as rodovias Bandeirantes, Anhanguera, Castelo Branco, Raposo Tavares e termina no entroncamento com a rodovia Régis Bittencourt. Com 32 km de extensão, recebe hoje mais de 200 mil veículos por dia.

Construído em prazo recorde pela DERSA, o segundo trecho do Rodoanel –Trecho Sul –foi inaugurado em abril de 2010. Com 57 quilômetros de extensão, está conectado ao Trecho Oeste no entroncamento com a rodovia Régis Bittencourt e interliga as rodovias Imigrantes e Anchieta, com extensões para a Av. Papa João XXIII em Mauá e Av. Jacu-Pêssego, sendo que esta última possibilita o acesso direto à rodovia Airton Senna.

O trecho Leste, com 43,5 quilômetros de extensão foi outorgado pelo Governo do Estado a uma empresa

Figura 2 – Rodoanel Mário Covas (trecho Sul)



da iniciativa privada, e encontra-se em construção.

O trecho Norte do Rodoanel com 44 quilômetros de extensão interligará os trechos Leste e Oeste e inicia-se logo após o entroncamento do trecho Leste com a rodovia Presidente Dutra. O traçado atravessará uma região com características ímpares, onde a topografia é muito acidentada, e a natureza oferece uma grande diversidade em termos de fauna, flora, clima e apresenta diferentes formas de ocupação territorial e de aglomerados urbanos. Ao todo são 24 unidades de conservação protegidas por leis ambientais, destacando-se o Parque Estadual da Cantareira, uma das maiores florestas urbanas do país.

Esse mix de condicionantes e de restrições exigiu o emprego de um critério mais apurado e seletivo na escolha do melhor traçado e - por motivos de ordem ambiental e social - exigirá um cuidado especial durante a sua construção. Por estas razões foram empregados recursos avançados de otimização geométrica e modernas técnicas de engenharia construtiva objetivando encontrar um traçado que minimizasse tanto a intervenção no meio ambiente, quanto às desapropriações e reassentamentos de famílias.

As simulações de tráfego realizadas para o período compreendido entre os anos de 2014 e 2039 mostram que a construção do Trecho Norte deverá aliviar em 30% o trânsito de caminhões na Marginal Tietê e nas vias secundárias.

Figura 3 – Rodoanel Mário Covas (trecho Sul)



Após a conclusão do Trecho Norte, o anel viário no entorno da RMSP estará completo. Os inúmeros benefícios diretos e indiretos advindos da construção do Rodoanel Mário Covas são complementares entre si e ultrapassam em muito as suas fronteiras, atingindo as regiões metropolitanas de Campinas, São José dos Campos, Baixada Santista, Sorocaba e facilitam a ligação entre os estados do sul com as demais regiões do país.

Estamos em busca da excelência em projetos rodoviários. Para tanto, já no Trecho Sul, melhoramentos foram introduzidos com a utilização do “*perfilógrafo*”, aparelho que registra o relevo do pavimento construído, com o intuito de identificar o índice de conforto e estabilidade da pista, visto que a velocidade máxima projetada é de 120 Km/h. Outro melhoramento introduzido é o “*ceplamento*” que consiste na aplicação de procedimentos de abrasão no pavimento que ao mesmo tempo eliminam as rugosidades e imperfeições na pista de concreto, e criam sulcos milimétricos paralelos ao fluxo de veículos. Este processo suaviza a superfície, melhora a estabilidade e aderência, diminui o ruído dos pneus e se constitui em um novo parâmetro de qualidade das nossas obras.

Para rodovias classe 0 e 1 (alta capacidade, características técnicas superiores e controle de acessibilidade) os pavimentos rígidos têm sido utilizados. No trecho Oeste foram construídos 64,2 km de pa-

vimento rígido e tem se mostrado eficiente, notadamente quando se trata da absorção do tráfego de cargas pesadas. No Trecho Sul foram construídos 39,5 Km de pavimento rígido. Também será empregado o pavimento rígido no trecho Norte.

Mas isso não é tudo, estamos investindo em sistemas de gestão e de controle, desenvolvendo novos procedimentos de medição e de acompanhamento “*online*” do canteiro de obras. No canteiro de obras aumentamos o grau de exigência construtiva que começa na verificação da procedência e uniformidade da matéria prima empregada, na metodologia de preparação e controle do concreto, nos procedimentos corretos de lançamento e cura do concreto de forma a minimizar as fissuras e infiltrações. Em solos compressíveis úmidos todo um ritual de preparação antecede o lançamento da massa, além da colocação de drenos na sub-base sob as juntas de retração são outros requisitos necessários para aumentar a durabilidade e estabilidade do pavimento de concreto.

Em todos os seus projetos, a DERSA emprega “modelos consolidados de integração social” através de programas de reassentamentos com toda a infraestrutura urbana a todas as famílias carentes que tiveram que ser desalojadas pelos empreendimentos, o que proporciona uma sensível melhora de qualidade de vida dos agraciados. Os nossos programas de reassentamento foram premiados internacionalmente, e reconhecidos e adotados pelo Banco Mundial.

O nosso respeito ao ambiente é rigoroso, e muito apreciado e reconhecido pelas autoridades e pelos órgãos de fiscalização e controle do meio ambiente. Temos como lema minimizar e mitigar os impactos nos biomas a serem atingidos e preservar, proteger, recuperar, e na grande maioria dos casos promover melhoramentos substanciais nas áreas a serem ambientalmente compensadas.

Não paramos por aí. Um dos nossos valores como corporação é a busca contínua de inovação, agregando conhecimento, criatividade e pioneirismo em nossos empreendimentos. Afinal, quem gosta do que faz, sabe fazer e faz muito melhor. Esse é o nosso destino. ●

CONCURSO PROJETO DE REFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRA DE CARBONO

AGORA
COM APOIO DO
IBRACON

Sika e você na Suíça

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

PRÊMIO SIKA CARBODUR
DE REFORÇO ESTRUTURAL



Apoio



T A R S O®



PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL

1. JUSTIFICATIVA DA PREMIAÇÃO

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

2. CONDIÇÕES PARA PARTICIPAÇÃO

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

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

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

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

3. ENTREGA DO PRÊMIO

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

4. CRITÉRIOS DE JULGAMENTO

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

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

5. ENTREGA DO MATERIAL

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

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

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

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

6. COMISSÃO JULGADORA

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

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

7. PREMIAÇÃO

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

O prêmio ao trabalho ganhador em 2013 será constituído de:

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

Cada uma das menções honrosas terá a seguinte premiação:

- Diploma e placa alusiva ao evento.

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

8. DIVULGAÇÃO

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

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

9. DISPOSIÇÕES GERAIS

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

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

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

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

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

Controle da resistência do concreto – 1ª Parte

JÉSSICA PACHECO

PAULO HELENE

PhD ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Em geral, as operações de controle da resistência à compressão do concreto são entendidas como operações de controle de qualidade do concreto. Essa interpretação se deve ao fato desses procedimentos estarem fundamentados num conceito estatístico, em variáveis aleatórias e contínuas, com amostragem e ensaios padronizados, similar à metodologia utilizada para controle de qualidade de produtos nas indústrias.

No transcorrer deste texto, demonstra-se que esse controle de qualidade do concreto, focado no controle da resistência à compressão do concreto, é apenas uma parte do importante controle tecnológico das estruturas de concreto, este sim podendo assegurar qualidade ampla à estrutura final.

O controle da resistência à compressão do concreto das estruturas de edificações e obras de arte é parte integrante da introdução da segurança no projeto estrutural, sendo indispensável a sua permanente comprovação, conhecido também por controle de recebimento ou de aceitação do concreto.

Avaliar se o que está sendo produzido corresponde ao que foi adotado previamente por ocasião do dimensionamento da estrutura faz parte da própria concepção do processo construtivo como um todo.

Em várias partes do mundo e também no Brasil, com início de discussões a partir de meados da década de 50 (Himsworth, 1954), houve a introdução do conceito de resistência característica associada a um quantil inferior de uma curva de distribuição normal ou de Gauss.

No fim da década de 50 e início da década de 60, esses conceitos foram definitivamente incorporados às normas de projeto, com a introdução da norma *ABNT NB 1:1960 Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado. Procedimento*, do conceito de resistência característica, f_{ck} (na época denominada resistência mínima com a notação de σ_R) associado ao quantil inferior de 5%.

De 1960 a 1978, experiências internacionais e o desenvolvimento da estatística para a estimativa de um quantil (Anton Corrales, 1972) permitiram a atualização do texto dessa norma pioneira, dando origem à *ABNT NB 1:1978*, também identificada por *ABNT NBR 6118:1978*, ocorrendo o mesmo nas normas equivalentes da Espanha, Portugal, Alemanha, USA e outras, ainda que com quantis variáveis de 5% a 10%.

Ao longo dos últimos anos, devido a questões práticas e conceituais, essas normas pioneiras que abrangiam projeto, controle e execução de estruturas de concreto, foram desmembradas em outras mais específicas. No Brasil atualmente, o tema é tratado em três outras: a *ABNT NBR 6118:2007*, que se destina ao projeto estrutural; a *ABNT NBR 12655:2006*, que trata da produção e controle de aceitação do concreto; e a *ABNT NBR 14931:2004*, que trata da execução de estruturas de concreto. Na Europa, a produção, controle e critérios de aceitação também não constam mais do *EuroCode II*, e sim de uma norma específica, a *EN 206:2000 Concrete: specification, performance, production and conformity*.

Além dessas, outras normas específicas tratam da produção do concreto em canteiro e em Centrais, de amostragem de concreto fresco, de classificação dos con-

Figura 1 – Estocagem, dimensionamento, preparo e ensaio com corpos de prova



- a) Câmara úmida para cura dos corpos de prova (acervo PINI, Revista Técnica, edição 166. Janeiro de 2011)
- b) Corpos de prova cilíndricos adotados no Brasil como referência de projeto e para controle da resistência à compressão do concreto (acervo Rubens Bittencourt. Furnas, 2011)
- c) Retificação dos topos dos corpos de prova para ensaio (acervo PINI, Revista Técnica, edição 166. Janeiro de 2011);
- d) Ensaio de ruptura (acervo PINI, Revista Técnica, edição 166. Janeiro de 2011).

cretos, de ensaios de ruptura, de ensaios não destrutivos e de ensaios de extração de testemunhos.

Esse conjunto consistente de textos, por vezes desconhecido, em sua totalidade, da maioria dos engenheiros, tranquiliza projetistas, construtores, produtores de concreto, consultores e laboratórios de controle, que têm, numa normalização abrangente, um referencial seguro e legal de seu exercício profissional, minimizando desentendimentos e desgastes entre as partes.

Neste artigo, procurar-se-á relembrar alguns conceitos básicos indispensáveis à implantação de um programa de controle visando à segurança estrutural, ao mesmo tempo em que se apresenta a sistemática atualmente recomendada pela ABNT NBR 12655:2006, focando-se no controle de aceitação ou, também denominado, de recebimento ou de conformidade do concreto.

2. COMO É OBTIDA A RESISTÊNCIA

Por convenção, no Brasil, a resistência à compressão, de referência do concreto para fins de introdução da segurança no projeto estrutural e para fins de controle, é obtida através da tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro, que, por sua vez, pode ser de 10cm, 15cm, 20cm, 25cm, 30cm ou 45cm (vide Fig.1b).

As medidas possuem tolerância de 1% para o diâmetro e 2% para a altura. Hoje em dia, para um corpo de prova usual, utilizado no controle de edificações urbanas, as dimensões ideais seriam: (100 ± 1) mm por (200 ± 4) mm.

Em alguns países, são adotados corpos de prova cúbicos; em outros, prismáticos. Para controle de resistências à tração e à flexão, são adotados outros proce-

dimentos e corpos de prova de geometrias próprias, não abordados neste documento.

3. COLETA E AMOSTRAGEM

A coleta do concreto deve ser realizada em conformidade com a norma Mercosur *ABNT NBR NM 33:1998 Amostragem de concreto fresco. Método de ensaio*.

Nos casos triviais, na chegada à obra do caminhão betoneira, após bem misturar o concreto, deve ser retirada uma pequena porção de concreto para ensaios de consistência do concreto fresco e liberação da descarga, em conformidade com a *ABNT NBR NM 67:1998 Concreto. Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Método de Ensaio*, ou também em conformidade com os métodos destinados a concretos autoadensáveis

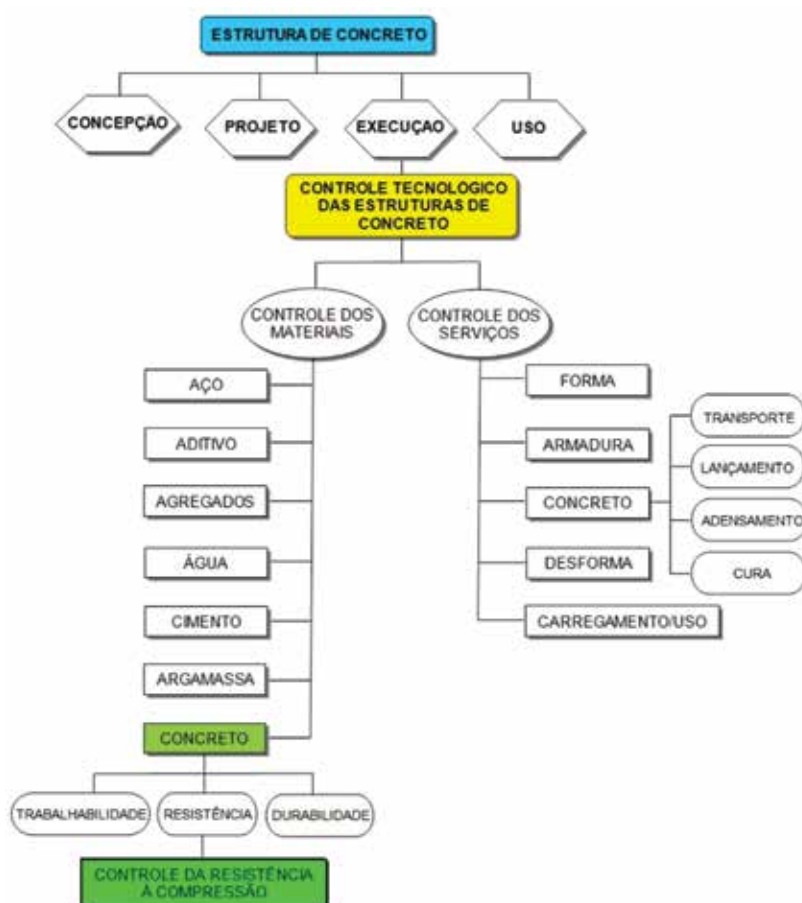
conforme *ABNT 15823:2010 - Concreto autoadensável*.

Para aferir a resistência à compressão desse concreto, essa norma determina a retirada de outra porção específica de concreto, pertencente ao concreto proveniente do volume do terço médio do balão do caminhão betoneira.

Os autores deste artigo recomendam retirar essa porção do último terço do volume total desse balão. Do ponto de vista físico ou de engenharia de concreto, tanto faz. Do ponto de vista matemático, retirar o concreto do volume correspondente ao terço central é mais representativo.

Porém, do ponto de vista de reduzir o risco de erro humano, retirar o concreto do terço final significa inibir até esse final que seja lançada água em excesso no balão, ou seja, reduz o risco humano de haver distorção preme-

Figura 2 – Diagrama de blocos que esquematicamente situa o controle da resistência à compressão do concreto dentro da problemática mais ampla de controle tecnológico das estruturas de concreto (Terzian, 1993)



ditada e intencional no traço que prejudique a qualidade original do concreto (Helene, 2012).

4. MOLDAGEM E SAZONAMENTO DOS CORPOS DE PROVA

A moldagem ou preenchimento dos moldes deve atender um procedimento rigoroso descrito na *ABNT NBR 5738:2003 Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*. Em princípio, cada molde cilíndrico de 10cm por 20cm deve ser preenchido em duas camadas, com 12 golpes por camada, quando o adensamento é feito com soquete manual, ou em uma camada quando se utilizam vibradores eletromecânicos com diâmetro da agulha de, no máximo, 25mm. Para concretos autoadensáveis (SCC) é dispensado o adensamento mecânico e o manual pode ser bem leve.

Mantém-se os corpos de prova em câmara úmida [$RH \geq 95\%$ e $\Theta = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$] até a idade de ensaio, devendo ser rompido “saturado”. (vide Fig. 1a)

5. ENSAIO DE RESISTÊNCIA

Para o ensaio de ruptura deve ser atendido o método *ABNT NBR 5739:2007 Concreto. Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos*, observando-se muito cuidado com a preparação dos topos dos corpos de prova, sendo ideal a chamada “retificação” dos topos (vide Fig. 1c).

Por razões sustentáveis, é aconselhável não mais usar pasta de base enxofre, e, por dificuldades operacionais, também não usar argamassa ou pasta de cimento. Também deve-se evitar usar neoprene, escovas ou outros produtos e artifícios equivalentes ainda não considerados nas normas e que, via de regra, reduzem a resistência potencial do concreto, comparativamente ao procedimento com topo retificado e aderência entre o topo e o prato da prensa.

Outro cuidado é o ajuste da velocidade de carga, que muda segundo o diâmetro do corpo de prova e que deve estar dentro dos limites especificados pelo método, sendo que velocidades muito rápidas podem aumentar falsamente a resistência e velocidades muito lentas, reduzi-las.

O resultado do ensaio de compressão axial é indicado com a notação f_{ct} , e normalmente expresso em MPa (cerca de 10 kgf/cm² ou 1 N/mm² ou 145psi).

O ideal é que todos os ensaios sejam realizados por Laboratórios competentes e supervisionados por um sistema de qualidade tipo os pertencentes à RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios – acreditados para essa finalidade. A RBLE é um conjunto de laboratórios credenciados pelo INMETRO, segundo os requisitos da norma *ABNT NBR ISO/IEC 17025*, considerados habilitados para a realização de serviços de ensaios.

O credenciamento estabelece mecanismos para comprovar que os laboratórios empregam um sistema de qualidade; que possuem competência técnica, que tenham laboratoristas certificados pelo INMETRO/IBRACON (Carromeu, 2012).

A eficiência das operações de ensaio é decisiva para a obtenção de um valor confiável e que possa ser tomado como característico de certo lote de concreto.

Um capeamento insatisfatório dos topos dos corpos de prova ou um adensamento deficiente poderão reduzir em até 50% o valor da resistência à compressão do concreto de um certo corpo de prova (Terzian, 1993).

As operações de ensaio estão estabelecidas para obter a máxima resistência potencial daquele concreto. Essas operações são consideradas a melhor forma de adensar, sazonar e ensaiar um concreto e, portanto, sendo bem realizadas vão medir a “máxima” ou “potencial” resistência desse volume de concreto que esse corpo de prova representa. Qualquer falha operacional vai reduzir essa resistência, advindo desse conceito a importância de operações de ensaio corretamente executadas.

6. IMPORTÂNCIA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência à compressão é a propriedade do concreto adotada por ocasião do dimensionamento da estrutura. Portanto, está diretamente ligada à segurança e estabilidade estrutural.

A estrutura deve ser construída com um concreto de resistência à compressão igual ou superior àquele valor adotado no projeto estrutural e tomado como referência para fins de controle.

Portanto, conceitualmente, não é a resistência do concreto na estrutura, conhecida por resistência à compressão “efetiva” ($f_{c,ef}$) ou “real” do concreto, que deve ser controlada.



O referencial de segurança e controle é a resistência obtida no corpo de prova padrão, amostrado, moldado, curado e ensaiado em condições ideais para “potencializar” a resistência intrínseca daquele traço de concreto, ou seja, operações de ensaio programadas para alcançar a máxima resistência potencial daquele material (f_{cp}).

Por outro lado, não há dúvida de que a propriedade do concreto que melhor o qualifica é a resistência à compressão, para a maioria das aplicações correntes. Desde que na sua dosagem e preparação tenham sido levados em conta também os aspectos de trabalhabilidade, deformabilidade e durabilidade – optando-se por determinada curva granulométrica, tipo e classe de cimento, relação água/cimento, adições, aditivos, fibras, etc. – e, consequentemente, daí resultando uma certa resistência à compressão, qualquer modificação na uniformidade, natureza e proporcionamento desses materiais especificados poderá ser captada por uma variação na resistência.

A resistência à compressão é uma propriedade muito sensível, capaz de indicar com presteza as eventuais variações da “qualidade” de um concreto, da dosagem ou de seus insumos.

7. LIMITAÇÕES DO CONTROLE DA RESISTÊNCIA

Toda estrutura de concreto, depois de acabada, pos-

sui uma série de características próprias que a diferencia daquela que foi especificada através do conjunto de documentos que compõe o projeto estrutural.

O aço e o concreto não possuem exatamente a resistência característica especificada. As armaduras não estão perfeitamente nas posições desenhadas, as fôrmas não têm as dimensões especificadas no projeto, os pilares não guardam o prumo nem o alinhamento (excentricidade) perfeito, o concreto da obra não é uniforme e pode ter ninhos de concretagem, a cura pode ter sido inadequada, a história de carregamento pode ter sido imprópria e certamente diferente daquela considerada no cálculo estrutural, etc.

A etapa de execução propriamente dita da obra estará sujeita a variações aleatórias de tal modo que não é possível prever com certeza qual será o resultado da resistência final do elemento estrutural analisado.

O grau de concordância dessas características finais com aquelas que foram anteriormente adotadas e especificadas no projeto pode medir a qualidade e, consequentemente, a confiabilidade ou rigor da execução. Esse rigor será tanto mais alto quanto maior a conformidade do executado ao que foi projetado.

O controle da resistência à compressão do concreto situa-se dentro dessa necessidade de comprovação da-

Figura 3 – Significado da resistência à compressão do concreto obtida através do controle do concreto. Notar que sempre vai haver diferenças entre resistência real ou efetiva do concreto na estrutura e a resistência de controle ou potencial, de referência. (Terzian, 1993)



Figura 4 – Esmagamento de concreto em pilar de obra



a) e c) devido à má execução (bicheiras) e b) devido a erro de projeto (dimensionamento insuficiente). Na esmagadora maioria das vezes, a resistência à compressão efetiva do concreto na obra é inferior à do concreto medida no corpo de prova de referência. O corpo de prova de controle mede a resistência potencial do concreto na “boca da betoneira”, sob condições ideais de adensamento, cura e ensaio (acervo PhD Engenharia)

quilo que está sendo executado frente ao que foi adotado no projeto da estrutura.

Apesar de que pode ser considerado um dos mais importantes, o obrigatório acompanhamento a ser feito durante a execução da estrutura não deve ser confundido com o controle tecnológico das estruturas de concreto, conforme se expõe na Fig. 2.

O controle tecnológico de uma estrutura engloba a conferência de posição e bitola das armaduras, a geometria, o alinhamento (excentricidade), o prumo, a estanqueidade e resistência das fôrmas, a qualidade dos materiais do traço, a eficiência da produção, as operações de transporte, lançamento e adensamento do concreto, o escoramento e a retirada do escoramento, o módulo de elasticidade, e outras variáveis de menor importância.

Portanto, o controle estatístico da resistência à compressão do concreto, que utiliza as técnicas de controle de qualidade de um produto, é um dos recursos – sem dúvida um dos mais importantes – porém, apenas mais um dos recursos do controle tecnológico das estruturas de concreto.

8. SIGNIFICADO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

Vários são os fatores que intervêm na resistência à compressão do concreto da estrutura, desde a heterogeneidade e proporção dos materiais até o transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto na obra.

No entanto, a resistência à compressão do concreto, de controle e de referência, restringe-se à resistência

potencial do concreto, medida na “boca da betoneira, conforme indicado na Fig. 3.

O valor da resistência potencial do concreto obtido através das operações de ensaio e controle é o valor de referência para a segurança e o dimensionamento da estrutura.

Precisa ser um valor único e perfeitamente definido a fim de permitir a comunicação entre as etapas de projeto e execução da obra.

Essa necessidade invalida a prática – felizmente cada vez menos usual – de procurar manter o corpo de prova em condições iguais a do concreto da estrutura.

Essa igualdade nunca poderia ser alcançada (diferenças de geometria, de acabamento superficial, de adensamento), ao mesmo tempo em que o resultado deixaria de ser único, tornando-o inviável para ser tomado como referência.

9. CORRESPONDÊNCIA ENTRE O VALOR DE CONTROLE E O EFETIVO DA OBRA

A correspondência entre a resistência potencial do concreto à compressão, obtida através das operações de ensaio e controle, e a resistência real ou efetiva do concreto na estrutura deve ser assegurada através do controle tecnológico dos serviços envolvidos e é independente dos ensaios de recebimento (vide Fig. 4).

Os desconhecimentos relativos às variáveis que intervêm nessa diferença entre “moldado” e “efetivo” são englobados pelo coeficiente de minoração da resistên-

cia à compressão do concreto, γ_c , desde que a execução obedeça às técnicas atuais de bem construir e os desvios estejam dentro das tolerâncias expressas nos manuais de bem construir e na *ABNT NBR 14931:2004 Execução de estruturas de concreto. Procedimento*.

O valor usual de γ_c no Brasil é 1,4; no *EuroCode II, ACI 318* e *fib Model Code 2010*, esse valor é variável, de 1,18 a 1,65, segundo o caso, natureza do esforço, etc. Isso equivale dizer que a resistência à compressão do concreto do componente estrutural (resistência efetiva) será sempre inferior, – na mesma idade e condições de carregamento – que a resistência à compressão obtida dos corpos de prova de controle. (*Joint Committee, 1975*)

Portanto, nem sempre rejeitar um concreto cuja resistência à compressão no ensaio de controle não atendeu ao especificado significa rejeitar automaticamente o concreto da estrutura, pois, na estrutura, ele terá uma resistência diferente e chamada de “efetiva”, que eventualmente poderá, ou não, atender ao projeto estrutural.

10. COMO A ESTATÍSTICA PODE AJUDAR

O objetivo maior de um programa de controle da resistência à compressão do concreto é a obtenção de um valor potencial, único e característico da resistência à compressão de certo volume de concreto, a fim de comparar esse valor com aquele que foi especificado no projeto

estrutural e, conseqüentemente, tomado como referência para a segurança e o dimensionamento da estrutura.

Os valores de ensaio que se obtêm dos diferentes corpos de prova são mais ou menos dispersos, variáveis de uma obra a outra, conforme o rigor de produção do concreto. Por exemplo, conhecidos os resultados de n exemplares obtidos a partir de um certo número de corpos de prova de um mesmo concreto, como determinar um valor que seja representativo daquele concreto?

Por razões óbvias de comportamento estrutural, onde uma seção transversal de pilar tem importância tão determinante quanto os elos de uma corrente, verifica-se facilmente que só a média dos resultados não seria suficiente para definir e qualificar uma produção de concreto. É necessário considerar também a dispersão dos resultados, que pode ser medida através do desvio padrão ou do coeficiente de variação do processo de produção.

Para eliminar o inconveniente de ter que trabalhar com dois parâmetros, foi adotado o conceito de resistência característica do concreto à compressão, que é uma medida estatística que engloba a média e a dispersão dos resultados, permitindo definir e qualificar um concreto através de apenas um valor característico.

As técnicas atuais de controle estão desenvolvidas para a obtenção desse valor característico, que é também o valor adotado no projeto estrutural para fins de segurança.

Referências Bibliográficas

- [01] Anton Corrales, J. M. Teorías probabilistas de seguridad. Madrid, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Monografía n. 306, Noviembre, 1972. 69p.
- [02] Carromeu, Cauê C.; Oliveira, Karina C.; Helene, Paulo; Hervé Neto, Egydio; Bilesky, Pedro; Pacheco, Jéssika M. A Importância da Acreditação Laboratorial e da Certificação de Mão de Obra no Controle de Aceitação do Concreto. In: 54º Congresso Brasileiro do Concreto, 2012, Maceió. Anais: CBC2012. IBRACON, 2012
- [03] Helene, Paulo. Contribuição à análise da resistência do concreto em estruturas existentes para fins de avaliação da segurança. São Paulo, ABECE Informa, ano 16, n. 90, Mar.Abr. 2012 p.16-23
- [04] Himsworth, F. R. The application of statistics to concrete quality. In: ANDREW, Ralph P. ed., Mix design and quality control of concrete: proceedings of symposium. London, CCA, 1954, p.465-87
- [05] Joint Committee CEB-CIB-FIP-RILEM. Recommended Principles for the Control of Quality and the Judgement of Acceptability of Concrete. Madrid, Instituto Eduardo Torroja, Monografía n.326, Abril 1975. 105p. Presidente H. Rüsch. Relator Alvaro Garcia Meseguer
- [06] Terzian, Paulo & Helene, Paulo. Manual de Dosagem e Controle do Concreto. São Paulo, PINI / SENAI, 1993. 189p. ISBN 85-7266-007-0 ●

Pontos importantes para melhor usar o concreto dosado em central

ARCINDO VAQUERO – ENGENHEIRO CONSULTOR TÉCNICO
ABESC

1. ESPECIFIQUE O CONCRETO CORRETAMENTE

O projetista tem todas as informações para fazer uma correta especificação. É importante estabelecer idades de controle e os seus limites de resistência aceitáveis.

Use as resistências da NBR 8953, conforme Tabela 1.

Informe uma das quatro Classes de Agressividade Ambiental do local onde a obra está situada, conforme a NBR 12655 (Tabela 2).

Em função da classe de agressividade ambiental e dos dados de projeto, incluindo a informação se o concreto é armado (CA) ou Protendido, (CP), especifique: o fator a/c, a classe do concreto e consumo mínimo de cimento conforme Tabela 3.

2. CUIDADO A TRABALHABILIDADE DO CONCRETO

Use a NBR 8953 que classifica os concretos em 6 classes de consistência (Tabela 4).

Atenção para concretos usados em estruturas convencionais, use concretos plásticos ou fluidos, evitando o uso de concretos de secos, que exigem intensa vibração.

Tabela 1 – Classes de resistência de Concretos

Estruturais	
Grupo I	
Classe de resistência	Resistência característica à compressão (MPa)
C20	20
C25	25
C30	30
C35	35
C40	40
C45	45
C50	50

Grupo II*	
Classe de resistência	Resistência característica à compressão (MPa)
C55	55
C60	60
C70	70
C80	80
C90	90
C100	100

* Para os concretos do Grupo II permite-se, na ausência de Norma Brasileira em vigor, adotar os critérios de projeto estrutural de Normas Internacionais.

Não-estruturais	
Classe de resistência	Resistência característica à compressão (MPa)
C10	10
C15	15



Tabela 2 – Classes de agressividade ambiental

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

- 1 Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos residenciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).
- 2 Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.
- 3 Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

3. ESCOLHA A CONCRETEIRA

Considere sua:

- Experiência (currículo);
- Localização.

Visite as instalações da central dosadora que vai atender a obra:

- Converse com os funcionários;
- Observe o estado de limpeza das instalações e da frota;
- Conheça o Laboratório da central e veja se os equipamentos estão calibrados.

Se possível, leve o projetista e faça muitas perguntas.

4. CONTRATE UM BOM LABORATÓRIO DE CONTROLE TECNOLÓGICO

Um laboratório que tenha um bom Tecnologista do

Concreto. Ele trabalhará em conjunto com o projetista e a Concreteira para otimizar o concreto e consequentemente a estrutura.

- Visite o Laboratório;
- Converse com seus funcionários;
- Observe o estado e limpeza das instalações;
- Veja se os equipamentos estão calibrados e a quanto tempo.

O Tecnologista de Concreto poderá acompanhar dosagem, planos de concretagem, análise de resultados, eficiência do Laboratório etc.

O Laboratório deve informar os resultados dos corpos de prova nas idades de controle e calcular o f_{ck} estimado de cada lote o mais rápido possível.

Dê preferência a laboratórios que façam parte da

Tabela 3 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (Tabela 1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg/m ³)	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

Nota: CA - Componentes e elementos estruturais de concreto armado; CP - Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, que é o conjunto de laboratórios acreditados pelo Inmetro para a execução de serviços de ensaio.

Para executar os ensaios, a qualidade da mão de obra é muito importante e, para isso, o IBRACON certifica técnicos habilitados em fazer os ensaios adequadamente.

5. RECEBA CORRETAMENTE O CONCRETO NA OBRA

Confira a nota fiscal e quebre o lacre da “bica”.

Não descarregue o concreto se houverem divergências com o que foi contratado!!!

6. AJUSTE A TRABALHABILIDADE DO CONCRETO

Repondo a água que foi perdida por evaporação durante o transporte, conforme a NBR 7212. Isso tem ser feito uma única vez!!!!

7. DESCARREGUE OS CAMINHÕES IMEDIATAMENTE APÓS SUA CHEGADA

A trabalhabilidade e a resistência caem ao longo do tempo em que o concreto está dentro da betoneira.

ATENÇÃO: Não adicione nenhum material ao con-

creto que não tenha sido previamente acertado com a Concreteira!!

8. AMOSTRE O CONCRETO ADEQUADAMENTE

Meça a trabalhabilidade antes do início da descarga e molde os corpos de prova no terço médio da betoneira.

O método de moldagem dos corpos de prova está relacionado com a trabalhabilidade do concreto e com o tamanho dos corpos de prova.

9. SAIBA EXATAMENTE ONDE O CONCRETO FOI APLICADO: CARGA A CARGA

Conheça os resultados dos corpos de prova moldados pela Concreteira e compare com os seus resultados

Caso tenha alguma divergência de valores, comunique o projetista e a Concreteira imediatamente.

10. NÃO USE CONCRETO DE DUAS OU MAIS EMPRESAS NA MESMA OBRA

Certamente aplicando os pontos acima vamos obter estruturas mais seguras e mais duráveis. ●

Tabela 4 – Classes de consistência

Classe	Abatimento (mm)	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado.
S50	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos, de elementos de fundações e de elementos pré-moldados ou pré-fabricados.
S100	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais correntes como lajes, vigas, pilares, tirantes, pisos, com lançamento convencional do concreto.
S160	$160 \leq A < 220$	Elementos estruturais correntes como lajes, vigas, pilares, tirantes, pisos, paredes diafragma, com concreto lançado por bombeamento, estacas escavadas por meio de caçambas.
S220	> 220	Estruturas e elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras com concreto lançado por bombeamento, lajes de grandes dimensões, elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto, estacas escavadas lançadas por meio de caçambas.

Nota 1 – De comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes especiais de consistência explicitando a respectiva faixa de variação do abatimento.
Nota 2 – Os exemplos desta tabela são ilustrativos e não abrangem todos os tipos de aplicações.



A influência da velocidade de projeção no comportamento do concreto projetado

ANTONIO DOMINGUES DE FIGUEIREDO – PROFESSOR ASSOCIADO

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

O concreto projetado, antes de ser definido como um material específico, pode ser considerado um processo onde o material é transportado, lançado e compactado em uma única operação (Figura 1). A própria definição da norma brasileira (ABNT NBR 14026:1997) estabelece que o material deve ser projetado sob pressão sobre uma superfície, com compactação simultânea, deixando claro que é a energia do jato que deve proporcionar a compactação do material. As-

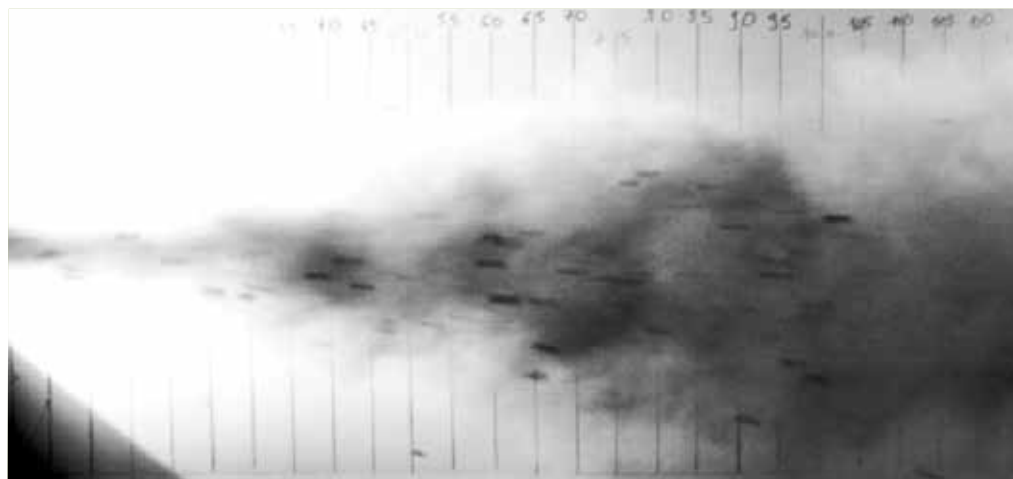
sim, muitos fatores ligados ao processo de projeção alteram as propriedades de concreto projetado via seca (FIGUEIREDO, 1992), podendo-se citar o direcionamento do jato, a distância e a velocidade de projeção. Todos esses fatores podem afetar a energia de compactação e, consequentemente, as propriedades do concreto projetado, incluindo aí sua resistência.

A importância deste tema está ligada ao fato de “a qualidade do concreto projetado aplicado, incluindo aí sua durabilidade, ser diretamente proporcional à velocidade de projeção” (GLASSGOLD, 1989). Apesar deste princípio já ser conhecido há bom tempo, o controle da velocidade de projeção é bem difícil de ser realizado do ponto de vista prático. Isto só foi avaliado de maneira rigorosa a partir do trabalho de pesquisa desenvolvido por Armelin (1997), que utilizou filmagens ultralentas utilizadas em balística. Além dessa técnica, a utilização de câmaras fotográficas de alta velocidade também está sendo empregada em pesquisas recentes (JOLIN, GINOUSE, 2012) para parametrizar o jato de projeção do concreto, como se pode observar na Figura 2. Assim, foi demonstrado que a velocidade de projeção é afetada diretamente pela vazão de ar comprimido e indiretamente pelo diâmetro do bico de projeção. Ou seja, quanto maior a vazão de ar ou menor for o diâmetro do bico de projeção, maior será a velocidade de projeção. Dentro do jato de concreto, existe um gradiente de velocidade de projeção relacionado

Figura 1 – Projeção de concreto para proteção de encosta rochosa recém-escavada



Figura 2 – Foto do jato de partículas que saem do bico de projeção obtidos por câmara de alta velocidade (JOLIN, GINOUSE, 2012)



aos agregados e em função do diâmetro da partícula. Ou seja, quanto maior o diâmetro do agregado, menor a velocidade média atingida pelo mesmo para uma dada vazão de ar e diâmetro de mangote, conforme demonstram os resultados obtidos por Armelin (1997) apresentados na Figura 3.

A preocupação em controlar a velocidade de projeção ocorre pelo fato dela, além de influir na compactação do concreto projetado, também alterar o nível de reflexão, proporcionando mais ou menos perdas durante o jateamento. No entanto, não existe uma relação direta entre o nível de reflexão e a vazão de ar. Como demonstrado pelos resulta-

dos experimentais de Armelin (1997), existe uma velocidade ótima de projeção que minimiza a reflexão. Estes resultados se encontram apresentados na Figura 4, para o caso de uma máquina de projeção contando com um mangote e um bico de projeção com 50 mm de diâmetro. Este ponto ótimo ocorre porque, a baixas velocidades, as partículas não têm energia suficiente para penetrar na massa de concreto recém-projetado de modo a ficarem embebidas na mesma. Com isto, as mesmas acabam por cair do alvo de projeção no momento em que colidem com a camada de concreto projetado. Por outro lado, maiores velocidades de projeção aumentam a energia de choque e a possibilidade de retorno da partícula. Com isso, grandes velocidades de projeção acabam possibilitando um maior ricochete das partículas, o que acaba aumentando a reflexão também. Isto demonstra a necessidade de controle da vazão de ar durante o processo de projeção.

Assim, foi desenvolvido um estudo experimental onde se procurou avaliar a influência do equipamento de projeção nas propriedades do concreto projetado, bem como a forma de controle da vazão de ar comprimido através da pressão de ar.

2. ESTUDO EXPERIMENTAL

2.1 METODOLOGIA

Para a análise do efeito da velocidade de projeção nas propriedades do concreto projetado foi montado um labora-

Figura 3 – Correlação da velocidade de partículas de diversas dimensões características com a vazão de ar para o concreto projetado via seca com equipamento dotado de mangote com 38 mm de diâmetro (Armelin, 1997)

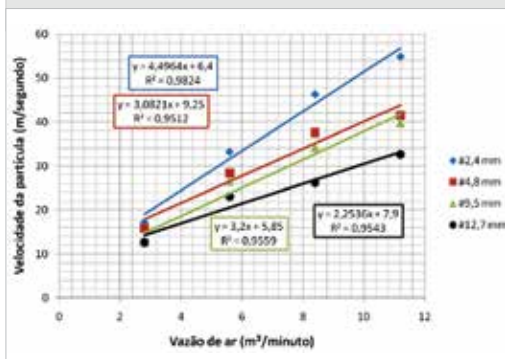
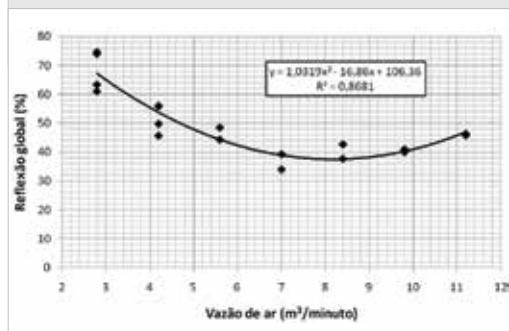


Figura 4 – Correlação dos valores medidos de reflexão com a vazão de ar para o concreto projetado via seca com equipamento dotado de mangote com 50 mm de diâmetro (Armelin, 1997)



tório de campo, onde foi possível realizar as moldagens de placas (ABNT NBR 13070:1994). A moldagem dessas placas permitiu a extração de testemunhos para a determinação das propriedades físicas e mecânicas do concreto projetado, como também a medição da reflexão segundo o método proposto pela norma ABNT NBR 13354:1995. O equipamento utilizado em todos os experimentos e na execução do túnel foi do tipo via seca com rotor de câmaras definido, à época, como CP6, fabricado pela Este Industrial e Comercial Ltda.

Foram moldadas duas séries de três placas cada uma para este estudo. Na primeira série, utilizou-se um equipamento convencional de projeção com bico afunilado (Figura 5). Na segunda série de placas, substituiu-se o bico convencional por um bico protótipo que se encontra apresentado na Figura 6. Este segundo bico apresentava uma seção transversal bem superior em área e, conseqüentemente, uma menor velocidade de projeção, em relação ao bico afunilado, para uma mesma pressão de ar. A ideia original do bico protótipo (mais largo) era proporcionar uma melhor condição de homogeneização da mistura seca com a água que entrava no bico, em conjunto com uma redução da reflexão. Todavia, este bico não se mostrou eficaz em condições de campo por gerar acúmulo de material e

dificuldades de controle para o mangoteiro. No entanto, o mesmo foi utilizado também para demonstrar os princípios básicos de controle.

Durante a moldagem das placas foi realizada a coleta do material refletido através de uma lona posicionada em frente à placa, conforme a metodologia proposta pela norma ABNT NBR 13354:1995. As massas da placa e do material refletido foram então determinadas para a verificação do índice de reflexão. De cada placa moldada, foram extraídos oito testemunhos cilíndricos, com 75 mm de diâmetro. A partir destes testemunhos, foram produzidos cinco corpos de prova para a determinação da resistência à compressão segundo o método de ensaio proposto pela norma ABNT NBR 5739:1994. Além dos resultados de resistência à compressão, os testemunhos também foram utilizados para obter os valores de absorção de água a partir dos outros três corpos de prova extraídos de cada placa. Estes resultados de absorção de água foram, então, medidos segundo a metodologia proposta pela norma ABNT NBR 9778:1987.

Como apontado inicialmente, a reflexão sofre grande influência da velocidade de projeção. Aqui, não foi possível controlar diretamente a velocidade de projeção, como ocorre em condições de campo, mas a pressão de ar que correspondia a uma dada vazão de ar. Isto ocorre porque o manômetro era posicionado após os registros de controle de ar. Assim, com os registros fechados e a vazão interrompida, a pressão indicada no registro era zero, ou seja, só estava incidindo a pressão atmosférica no mangote. À medida que o registro era progressivamente aberto, ocorria um aumento da vazão de ar e, conseqüentemente, um aumento da sua pressão. Assim, foram utilizados três níveis de vazão correspondendo a três pressões de ar (0,15 MPa, 0,25 MPa e 0,40 MPa).

2.2 MATERIAIS UTILIZADOS

Neste estudo, foi empregado um único tipo de cimento, cuja caracterização se encontra apresentada na

Figura 5 – Bico de projeção convencional utilizado na primeira série de placas

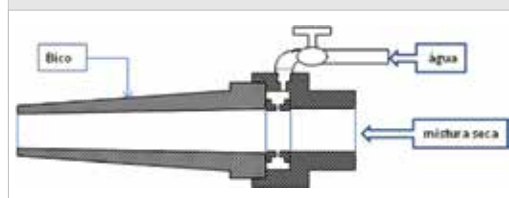


Figura 6 – Bico protótipo de projeção mais largo que o convencional utilizado na segunda série de placas

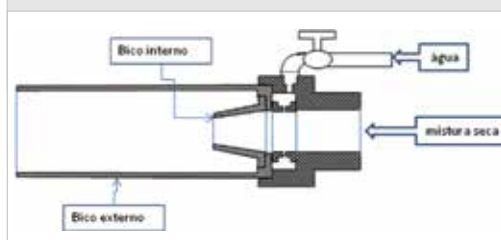


Tabela 1 – Caracterização química e física do cimento empregado no estudo

Características químicas (%)		Características físicas (%)	
Fe ₂ O ₃	3,50	Início de pega (h)	2:20
CaO	60,75	Fim de pega (h)	7:20
SiO ₂	18,26	Finura Blaine (m ² /g)	346
So ₃	3,27	Finura #200 (%)	4,5
MgO	4,78	Resistência à compressão a 28 dias de idade (MPa)	37,8
K ₂ O	0,64		
Na ₂ O	0,13		
CaO livre	1,52		

Tabela 1. A caracterização dos agregados se encontra apresentada na Tabela 2. O traço do concreto projetado foi mantido constante nas proporções 1:2,50:1,85, de cimento areia e pedrisco.

2.3 RESULTADOS E ANÁLISE

Os resultados da massa das placas e do material refletido encontram-se apresentados na Tabela 3, em conjunto com o resultado do índice de reflexão. Ressalte-se que este índice corresponde ao porcentual de massa refletida em relação ao total, composto pela massa da placa e do material refletido. Os resultados individuais de resistência à compressão, além da média e do desvio padrão relativo à cada placa, estão apresentados na Tabela 3. Os resultados médios de absorção de água, bem como o desvio padrão obtido na amostra também se encontram apresentados na Tabela 3.

Pode-se observar uma ligeira tendência de aumento da reflexão com o aumento da velocidade de projeção. No entanto, pelo fato de haver uma única determinação por variável, não há dados suficientes para se comprovar esta tendência. Assim, pode-se estar trabalhando próximo da velocidade ótima na primeira série de placas e, por isso, os valores estão relativamente estáveis. Para a segunda série, houve uma sensível redução da reflexão apenas para a primeira placa, o que pode indicar até mesmo um erro de ensaio e, por essa razão, não é possível indicar uma tendência clara.

Para melhor analisar a influência da velocidade de projeção na compactação do material, foram produzidos os gráficos da Figura 7, onde se correlacionam a absorção de água com a pressão de ar para cada bico de projeção utilizado. Pode-se observar que o nível de absorção de água ou

Tabela 2 – Caracterização dos agregados empregados no estudo

Ensaio	Areia	Pedrisco
Granulometria (abertura da peneira em mm)	% de massa retida e acumulada	
12,5	0	0
9,5	0	0
6,3	0	23
4,8	0	66
2,4	4	93
1,2	17	100
0,6	43	100
0,3	70	100
0,15	92	100
<0,15	100	100
Outras propriedades	Areia	Pedrisco
Teor de argila (%)	0,5	ausente
Teor de pulverulentos (%)	1,2	2,7
Massa específica (g/cm ³)	2,61	2,72

Tabela 3 – Resultados obtidos com o concreto projetado produzido com os dois tipos de bicos utilizados no experimento

Placa	Pressão de ar	Reflexão medida em placas			Resistência à compressão	Absorção de água
	(Mpa)	Massa da placa (kg)	Massa da reflexão (kg)	Reflexão (%)	média±desvio padrão (MPa)	média±desvio padrão (%)
Primeira série de placas produzidas com bico convencional						
A	0,15	112,8	31,0	21,56	19,1±3,0	8,0±0,1
B	0,25	112,5	29,5	20,77	22,6±2,8	7,6±0,3
C	0,40	116,0	33,7	22,51	34,6±2,1	6,5±0,1
Segunda série de placas produzidas com bico protótipo largo						
D	0,15	115,7	10,5	8,32	14,2±3,9	8,1±0,4
E	0,25	108,1	29,7	21,55	20,5±2,0	7,7±0,6
F	0,40	106,0	25,5	19,39	21,1±1,9	6,9±0,1

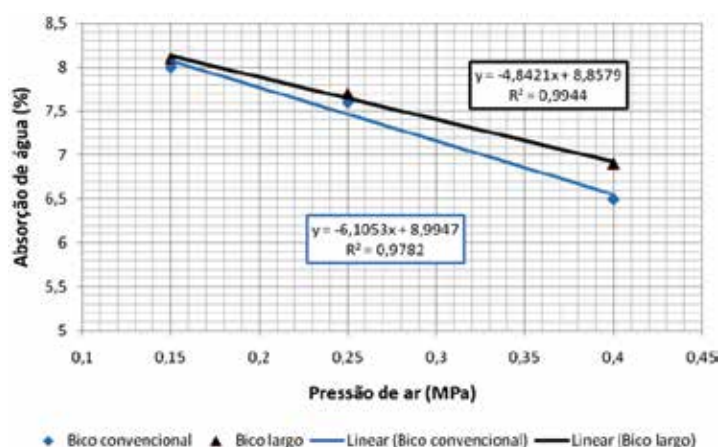
da porosidade do material, obtida com o bico convencional, foi inferior ao do bico largo. Isto ocorreu pelo fato de, para uma mesma vazão de ar, controlada pela pressão medida no manômetro, tem-se uma maior velocidade de projeção para o bico de menor diâmetro. Assim, quanto maior a pressão de ar, maior a velocidade do jato de concreto e, portanto, maior foi o nível de compactação do material. Vale ressaltar que houve uma redução da absorção de água medida no concreto projetado com o aumento da pressão de ar, independentemente do bico utilizado.

Para melhor visualizar os resultados de resistência à compressão, foram produzidos os gráficos presentes na Figura 8. Pode-se observar que o nível de resistência ob-

tida com o bico convencional foi superior ao do bico largo. Isto ocorreu pelo fato de se obter uma maior compactação do material com este tipo de bico, dada a maior velocidade de projeção conferida por ele. Ou seja, a maior seção transversal do bico largo implicou uma menor velocidade de projeção e menor compactação do material. Assim, mesmo com o aumento da velocidade de projeção, não houve um aumento de resistência tão significativo como para o bico convencional. Isto fica demonstrado pelo afastamento dos resultados obtidos com maiores pressões de ar. Ou seja, maiores velocidades de projeção são conseguidas com o bico de menor diâmetro, o que implica uma maior energia de compactação e maior resistência para o concreto projetado.

Ou seja, o aumento da pressão de ar não pareceu ser tão eficaz para o bico largo, como se pode observar pelo fato da melhor representação do comportamento obtida a partir dos resultados ter sido obtida por uma correlação logarítmica. Assim, há um comportamento assintótico a um dado nível de resistência média com o aumento da pressão de ar (tendência de estabilização da fun-

Figura 7 – Correlações obtidas entre os valores médios de absorção de água e a pressão de ar usada para o controle da vazão de ar



ção num valor constante com o aumento da pressão do ar). Em outras palavras, o maior nível de pressão (0,40 MPa) não proporcionou um ganho de resistência significativo em relação à pressão de 0,25 MPa, como ocorreu para o bico convencional, o qual se mostrou mais eficiente.

A inter-relação entre compactação, medida através da absorção de água média, e resistência à compressão é confirmada pela correlação apresentada no gráfico da Figura 9. Apesar de se correlacionar os dados de ambas as séries, onde se utilizou de dois bicos de projeção diferentes, há

uma nítida tendência de queda de resistência com o aumento da porosidade do material.

3. CONCLUSÕES

Pelo apresentado, fica clara a influência da velocidade de projeção no comportamento mecânico e nas propriedades físicas do concreto projetado. Assim, é fundamental que se busque o controle dessa velocidade durante o processo de projeção. Assim, pela análise dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o controle da pressão de ar comprimido deve ser-

vir de subsídio para o controle da velocidade de projeção de um determinado equipamento de projeção de concreto. Isto pode ser feito, da mesma forma como foi realizado durante o estudo experimental descrito neste trabalho, isto é, através dos manômetros que são instalados nas máquinas de projeção. Vale lembrar que, no caso de um posicionamento de manômetro diferente do utilizado neste estudo, ou seja, antes dos registros de ar, a menor pressão medida irá implicar uma maior vazão de ar comprimido. Ou seja, há uma relação inversa entre pressão e vazão de ar quando o manômetro é posicionado entre o compressor de ar e o registro da máquina de projeção. Assim, tendo estes cuidados em mente, é fundamental realizar o controle da velocidade de projeção calibrando a pressão de ar adequada para cada equipamento, gerando um procedimento

Figura 8 – Correlações obtidas entre os valores médios de resistência à compressão e a pressão de ar usada para o controle da vazão de ar

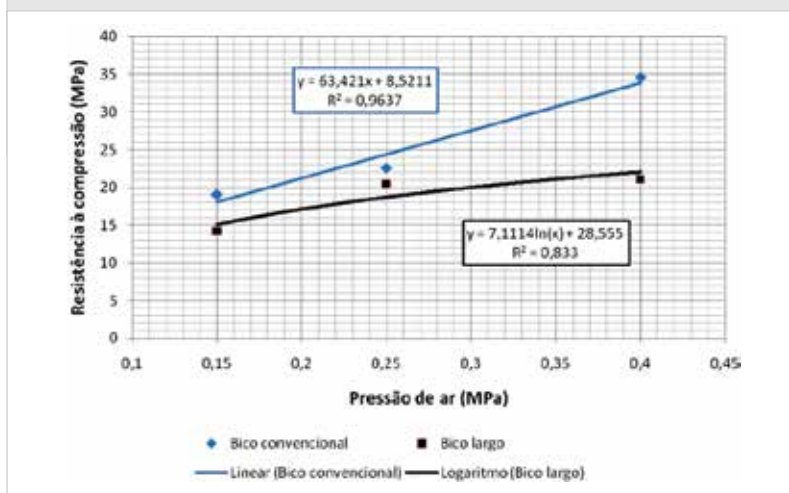
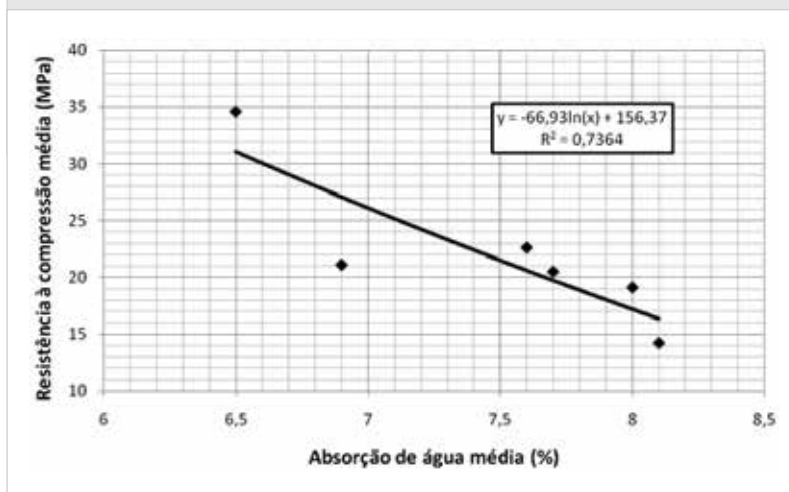


Figura 9 – Correlação obtida entre os valores médios de resistência à compressão e os valores médios de absorção de água para todas as duas séries de placas estudadas



parametrizado para o controle do processo de projeção nas condições de campo.

Vale registrar que os níveis de pressão de ar utilizados neste estudo foram relativamente baixos, o que proporcionou certa facilidade de manuseio para o mangoteiro. Esta tendência pode não se manter para maiores níveis de pressão de ar comprimido, como apontaram os resultados obtidos por

Armelin (1997), onde se constatou uma velocidade de projeção ótima para obtenção do menor nível de reflexão. Isto demonstra que o controle da velocidade de projeção em campo não é uma tarefa simples, mas que demanda uma atenção especial por parte dos engenheiros responsáveis. Apesar dessa dificuldade, a importância desse controle é clara e não se pode omiti-la em obras que utilizem esta tecnologia.

Referências Bibliográficas

- [01] ARMELIN, H. S. Rebound and toughening mechanisms in steel fiber reinforced dry-mix shotcrete. Vancouver, Canada, 1997. 262p. Thesis (Doctor of Philosophy). Department of Civil Engineering. University of British Columbia.
- [02] FIGUEIREDO, A.D. Concreto Projetado: Fatores Intervinentes no Controle da Qualidade do Processo. São Paulo, 1992. 284p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [03] GLASSGOLD, I. L. Shotcrete durability: An evaluation. Concrete International. American Concrete Institute ACI, Detroit, USA, aug. 1989. p.78-85.
- [04] JOLIN, M.; GINOUSE, N. Recent research in wet-mix shotcrete at Laval University. In: 3º Congresso Brasileiro de Túneis e Estruturas Subterrâneas - Seminário Internacional "South American tunnelling (SAT 2012)". São Paulo: Comitê Brasileiro de Túneis da ABMS, 2012. ●



Bem-vindo a Grace.

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

PRODUTOS E SOLUÇÕES AINDA MAIS INOVADORES



Unidade Recife
Unidade Bahia
Unidade Rio de Janeiro
Unidade São Paulo

GRACE

RheoSet

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

Análise da durabilidade de concreto reforçado com fibras de aço recicladas de pneus inservíveis para aplicação em pavimentos

ANGELA G. GRAEFF – DOUTORA

THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

KYPROS PILAKOUTAS (2) – PROFESSOR

KYRIACOS NEOCLEOUS (3) – DOUTOR

THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD

LUIZ CARLOS P. SILVA FILHO – PROFESSOR DOUTOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tornou-se foco de uma grande quantidade de pesquisas na área da engenharia civil. Têm-se buscado alternativas para a reutilização de materiais, bem como para a utilização de insumos ambientalmente corretos. O mercado da construção civil, especialmente no tocante a obras rodoviárias, está sendo visto como um grande receptor de resíduos sólidos, principalmente devido ao grande porte das obras, que requerem uma grande quantidade de matéria-prima.

Dentre os inúmeros tipos de resíduos sólidos que estão sendo incorporados a obras de engenharia civil, o descarte de pneus merece atenção dentro deste cenário. De acordo com estimativas realizadas pelo IBAMA (2008), existem mais de 100 milhões de pneus ilegalmente depositados no País e cerca de 65 milhões de novos pneus são descartados todos os anos.

Apesar de existir um considerável número de aplicações para a borracha dos pneus inservíveis, pouca atenção se dá à reutilização dos outros constituintes dos pneus, como o aço e os resíduos têxteis, que correspondem a aproximadamente 30% da composição do



Tabela 1 – Etapas da metodologia proposta

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Determinação de várias propriedades do CRFAP	Resposta do concreto quando submetido a condições de degradação	Modelos de previsão de vida útil

pneu. Tais resíduos, na maioria dos casos, acabam sendo descartados em aterros ou usados como matéria-prima para aciarias.

Esta pesquisa procura contribuir para a reciclagem de pneus através da reutilização do aço destes para reforço de pavimentos de concreto, seguindo a tendência de estudos que se iniciou na Universidade de Sheffield, na Inglaterra, há mais de dez anos, em geral focando no desempenho mecânico do concreto. Entretanto, por se tratar de um material novo, é imprescindível que a durabilidade do concreto reforçado com fibras de aço recicladas de pneus (CRFAP) seja também examinada.

Dentro deste contexto, esta pesquisa tem a fina-

lidade de apontar uma metodologia para determinar o desempenho em termos de longa duração de CRFAP. Esta metodologia poderá também ser aplicada para outros concretos especiais, cuja durabilidade ainda não foi atestada. Além disso, este trabalho também mostra, de uma forma sucinta, os principais resultados obtidos com a utilização da metodologia proposta.

2. FUNDAMENTOS DA METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta consiste na proposição de um extensivo programa experimental, dividido em duas etapas principais e complementado por uma etapa sobre modelos

Tabela 2 – Descrição das metodologias de ensaio utilizadas para esta pesquisa

Etapas	Descrição	Metodologia de ensaio
1	Desempenho mecânico	Resistência à compressão – ensaio de acordo com a norma BS EN 12390-3 (2009) Resistência à flexão – ensaio de flexão em quatro pontos, de acordo com RILEM TC 162-TDF (2002)
	Propriedades relacionadas com a estrutura de poros do concreto	Porosidade – técnica de saturação por vácuo, de acordo com ASTM C1202 (2010) Densidade – de acordo com BS EN 12390-7 (2009) Retração por secagem – de acordo com BS EN 12617-4 (2002)
	Propriedades relacionadas com os mecanismos de transporte do concreto	Permeabilidade – por fluxo de oxigênio, de acordo com RILEM TC 116-PCD (1999) Absortividade – de acordo com BS 1881-122 (1983) Difusão de cloretos – por meio de imersão em solução de cloretos de acordo com BS EN 13396 (2004). Concentração de cloretos por meio de análise titulométrica
	Simulação da corrosão	Ciclos de molhagem em solução de 3% NaCl por 4 dias e secagem em temperatura ambiente por 3 dias. Duração total do ensaio: 5 e 10 meses. Controle por meio do comportamento mecânico após deterioração e análise visual
2	Simulação de cargas cíclicas	Cargas cíclicas de flexão aplicadas em três diferentes níveis de tensão: 0,5, 0,7 e 0,9 até ruptura ou 2 milhões de ciclos. Frequência de aplicação: 15 Hz, forma de onda sinusoidal. Controle: número de ciclos até ruptura <i>versus</i> nível de tensão

Tabela 3 – Traço padrão de concreto (quantidades em kg/m³)

Cimento CEM I	Cinza volante	Areia	Brita	Relação a/c	Superplastificante*	Incorporador de ar*
305	75	830	1000	0,35	0,7 – 1,6%	0,135%

* em relação à massa de cimento

de vida útil, que podem ser alimentados com os dados obtidos dos experimentos, conforme mostra a Tabela 1.

2.1 ETAPA 1 – PROPRIEDADES DO CONCRETO

Esta etapa da metodologia está baseada na determinação de várias propriedades do concreto que possam estar associadas à durabilidade do material, tais como:

- Determinação do comportamento mecânico do concreto por meio de ensaios de compressão axial e flexão. O comportamento mecânico tem sido corriqueiramente utilizado como um referencial para a durabilidade do concreto apesar da incerteza associada a este fato;
- Determinação de propriedades relacionadas com a estrutura de poros do concreto, tais como: porosidade, densidade e desempenho quanto à retração por secagem;
- Determinação das propriedades que regem os mecanismos de transporte do concreto, tais como: permeabilidade, absorvidade e difusão. Estas propriedades são responsáveis pelo transporte de umidade e outros agentes agressivos para dentro ou para fora do concreto.

2.2 ETAPA 2 – MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO

Esta etapa da metodologia consiste em submeter o concreto a diferentes situações de deterioração. Para o caso específico desta pesquisa, duas condições foram escolhidas para a aceleração da degradação em CRFAP, descritas na sequência:

- Simulação de corrosão por cloretos nas fibras de aço recicladas de pneus, por meio de ciclos de secagem-molhagem em solução de cloretos;
- Simulação dos efeitos de cargas cíclicas em pavimentos reforçados com fibras de aço de pneus.

2.3 ETAPA 3 – MODELOS DE PREVISÃO DE VIDA ÚTIL

Esta etapa trata da utilização ou elaboração de modelos que visam a determinação da vida útil de estruturas de concreto (neste caso, de pavimentos de concreto). Esta etapa é importante para fins de dimensionamento da estrutura com relação à sua durabilidade e permite avaliar por quanto tempo a estrutura será capaz de resistir com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores da metodologia proposta.

Para fins desta pesquisa, análises probabilísticas foram desenvolvidas considerando as duas situações de aceleração de degradação descritas na seção anterior (2.2). Para a situação de corrosão de fibras foi utiliza-

Figura 1 – Curvas granulométricas para areia e seixo rolado

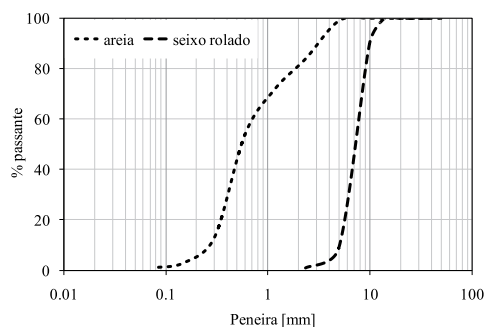


Figura 2 – Aparência das fibras recicladas e industrializadas utilizadas na pesquisa



do um modelo de penetração de cloretos baseado na Segunda Lei de Fick (CRANK, 1979). Para a situação de fadiga em pavimentos de concreto, foi utilizado um modelo desenvolvido por MCCALL (1958), que correlaciona o nível de tensão com o número de cargas cíclicas e probabilidade de ruptura. Detalhes dos modelos e da utilização dos mesmos podem ser encontrados em GRAEFF (2011).

3. METODOLOGIAS DE ENSAIO

As principais metodologias de ensaio utilizadas durante o programa experimental desta pesquisa estão descritas na Tabela 2. Informações detalhadas com relação às metodologias de ensaio utilizadas podem ser encontradas em GRAEFF (2011).

4. MATERIAIS E TRAÇOS DE CONCRETO

Foi utilizado um traço padrão para as misturas de concreto, tendo como única variável a quantidade

e o tipo de fibras de aço, conforme apresentado na Tabela 3.

As curvas granulométricas do agregado miúdo e graúdo estão mostradas na Figura 1.

As fibras de aço industrializadas possuem um fator de forma de 1/54, com pequenos cones em cada extremidade da fibra e tensão de tração de aproximadamente 1100 MPa. As fibras de aço recicladas de pneus possuem diâmetro de aproximadamente 0,2 mm, comprimento variável (90% das fibras entre 4 e 22 mm) e tensão de tração de aproximadamente 2000 MPa. A aparência das fibras industrializadas e recicladas está mostrada na Figura 2. O processo utilizado para extração das fibras de aço de pneus está descrito em detalhes no próximo item.

Foram utilizadas duas quantidades de fibras de aço recicladas de pneus: 2% e 6% com relação à massa do concreto. Também foi utilizado um traço com 2% de fibras de aço industrializadas e um traço testemunho sem a inclusão de fibras para fins de comparação com as misturas reforçadas com fibras de aço recicladas. A classificação das misturas de concreto ficou estabelecida como: Mistura 1 (traço testemunho sem fibras); Mistura 2 (traço com 2% fibras industrializadas); Mistura 3 (traço com 2% fibras recicladas) e Mistura 4 (traço com 6% fibras recicladas).

4.1 PROCESSO DE OBTENÇÃO DAS FIBRAS DE AÇO RECICLADAS

Os pneus inicialmente passam por várias lâminas

Figura 3 – Etapas de reciclagem para obtenção das fibras de aço de pneus



Figura 4 – Resultados de desempenho mecânico

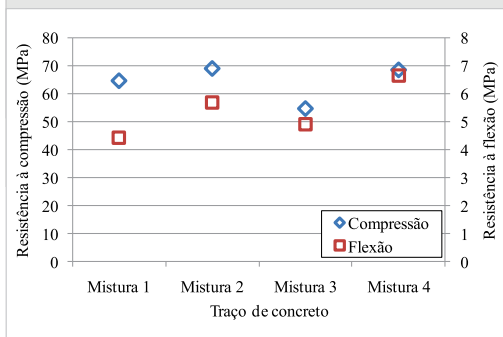
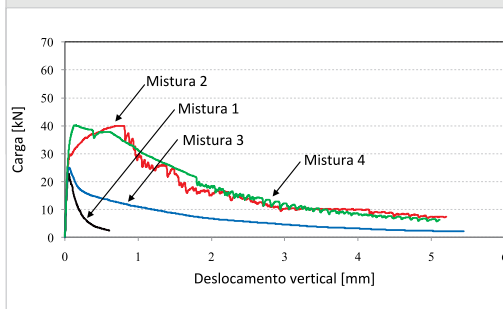


Figura 5 – Resultados do ensaio de flexão, em termos de carga x deslocamento



de disco em rotação que os cortam em tamanhos de aproximadamente 50-300 mm (Figura 3(a)), chamados de talões. Estes talões passam novamente pelas lâminas, posicionadas mais próximas umas das outras, que reduzem o tamanho das lascas de pneus para 10-50 mm (Figura 3(b)). Fibras de aço que não estão presas a pedaços de borracha são coletadas através de um separador magnético (Figura 3(c)). As lascas de borracha passam, então, por um sistema de granulação que tritura o material e proporciona o desprendimento dos resíduos de aço da borracha. O aço é, então, novamente coletado por meio de um separador magnético.

Dependendo do estágio em que as fibras são coletadas, resíduos de borracha, nylon e têxtil podem ser encontrados junto às mesmas. Um pós-tratamento mecânico é geralmente necessário para a remoção de tais resíduos e uniformização geométrica das fibras. A quantidade de energia dispensada para o processo

mecânico de reciclagem de pneus é muito inferior a qualquer outro método de produção dos constituintes do pneu.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 ETAPA 1

Percebe-se, na Figura 4, que a inclusão de fibras de aço industrializadas na quantidade de 2% apresenta desempenho semelhante à inclusão de 6% de fibras recicladas. Já, a inclusão de 2% de fibras recicladas não gerou melhoria significativa no comportamento mecânico.

A Figura 5 apresenta o comportamento pós-fissuração do concreto. Percebe-se que todas as misturas com inclusão de fibras apresentou uma boa capacidade de manter a carga mesmo após grandes deslocamentos. Percebe-se, novamente, que o concreto com 6% de

Figura 6 – Resultados de densidade e porosidade

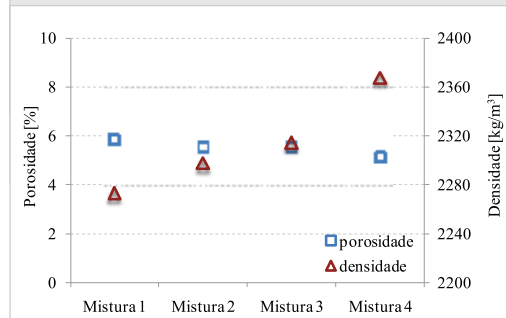


Figura 7 – Resultados de densidade e porosidade

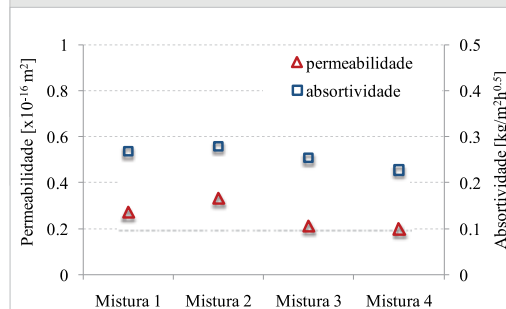
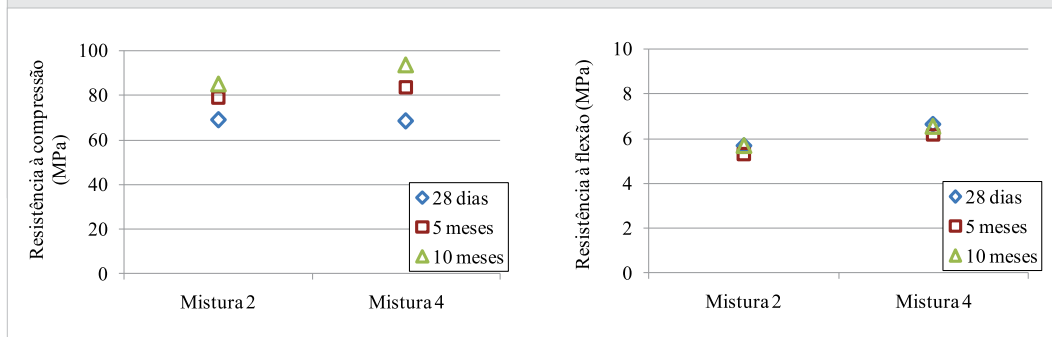


Figura 8 – Resultados mecânicos após 5 e 10 meses de ensaios de corrosão



fibras recicladas mostrou comportamento bastante semelhante ao concreto com 2% de fibras industrializadas.

Os resultados de porosidade e densidade estão apresentados na Figura 6. Percebe-se que a densidade do concreto aumenta à medida que a quantidade de fibras de aço aumenta no concreto. Isto se deve ao fato de que a densidade específica do aço é mais que três vezes maior que a densidade do concreto, o que leva a um aumento da densidade do concreto com fibras. A porosidade, por outro lado, tende a diminuir à medida que a quantidade de fibras de aço aumenta. Isto pode ser explicado pelo fato de que grandes quantidades de fibras tende a quebrar as bolhas de ar formadas pelo aditivo incorporador de ar, ainda no estado fresco do concreto.

Os resultados de permeabilidade e absorvidade estão mostrados na Figura 7. Percebe-se que existe uma redução da permeabilidade e absorvidade do concreto com 6% de inclusão de fibras de aço recicladas. Estes resultados estão de acordo com os resultados dos ensaios de densidade e porosidade mostrados na figura anterior. Nota-se que existe um aumento da permeabilidade e porosidade quando fibras industrializadas são adicionadas à mistura.

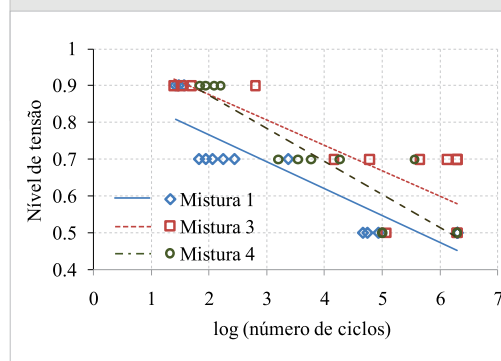
5.2 ETAPA 2

Os resultados obtidos do ensaio de aceleração da corrosão estão apresentados na Figura 8. Percebe-se que existe um aumento da resistência à compressão dos

corpos de prova após 5 e 10 meses de corrosão, o que pode ser atribuído à contínua cura do concreto. Desta maneira, observa-se que não há perda do desempenho mecânico do concreto quando exposto à aceleração de corrosão. A principal consequência da exposição ao ambiente de cloretos se dá pela deposição de produtos de corrosão das fibras localizadas próximas à superfície do concreto, que altera a coloração do mesmo.

Os resultados obtidos pela exposição de corpos de prova a cargas cíclicas estão mostrados na Figura 9. Percebe-se que ambas as misturas com fibras recicladas apresentam uma maior capacidade de resistir a níveis de tensão mais elevados que o concreto testemunho, para determinado número de ciclos. O CRFAP também apresenta uma maior capacidade de resistir a uma quantidade maior de número de ciclos, para um determinado nível de tensão, quando comparado com o concreto testemunho.

Figura 9 – Resultados dos ensaios de fadiga



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais resultados obtidos do programa experimental que foram apresentados neste trabalho apontam para uma boa eficiência, em termos de durabilidade, do CRFAP. A inclusão de fibras de aço recicladas de pneus parece não afetar a durabilidade do material; pelo contrário, as fibras parecem contribuir para a redução da permeabilidade, absorvidade e porosidade do concreto. Além disso, as fibras de aço colaboram

para a melhoria do desempenho à fadiga do concreto.

Os resultados obtidos por meio da metodologia proposta apontam o CRFAP como uma alternativa durável para pavimentos de concreto, com o benefício de contribuir para o desenvolvimento sustentável através da reutilização de resíduos de pneus. Além disso, o CRFAP para uso em pavimentos pode também contribuir para a redução da espessura do pavimento, levando a um menor consumo de recursos naturais.

Referências Bibliográficas

- [01] CRANK, J. The mathematics of diffusion, 2ed. Oxford, Clarendon Press, 1979.
- [02] FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON (2006) Model code for service life design, fib bulletin 34. Stuttgart, Sprint-Digital-Druck.
- [03] GRAEFF, A. G. Long-term performance of recycled steel fibre reinforced concrete for pavement applications. PhD Thesis, The University of Sheffield, 2011.
- [04] IBAMA Dados estatísticos da reciclagem de pneus no Brasil. Brasília, 3p, 2008.
- [05] McCall, J. T. Probability of fatigue failure of plain concrete. ACI Journal Proceedings, 55, 8, 233-244, 1958. ●

Revista CONCRETO & Construções

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

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

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

PARA ANUNCIAR

Tel. 11- 3735-0202

arlene@ibracon.org.br



Formatos e investimentos

Formato	Dimensões	R\$
2ª capa + página 3	42,0 x 28,0 cm	9.050,00
Página dupla	42,0 x 28,0 cm	8.020,00
4ª capa	21,0 x 28,0 cm	6.130,00
2ª, 3ª capa ou página 3	21,0 x 28,0 cm	5.900,00
1ª página	21,0 x 28,0 cm	5.500,00
2/3 de página vertical	14,0 x 28,0 cm	4.125,00
½ página horizontal	21,0 x 14,0 cm	3.000,00
½ página vertical	10,5 x 28,0 cm	3.000,00
1/3 página horizontal	21,0 x 9,0 cm	3.000,00
1/3 página vertical	7,0 x 28,0 cm	3.000,00
1/4 página vertical	10,5 x 14,0 cm	2.580,00
Módulo 6,0 x 8,0 cm	6,0 x 8,0 cm	1.850,00
Encarte	Sob consulta	Sob consulta

Periodicidade
Número de páginas
Formato
Papel
Capa plastificada
Acabamento
Tiragem
Distribuição

Trimestral
104 (mínimo)
21 x 28 cm
Couché 115 g
Couché 180 g
Lombada quadrada colada
5500 exemplares
Circulação controlada, auditada pelo IVC

Consulte o perfil dos profissionais e o ramo de atuação das empresas do mailing:
www.ibracon.org.br (link "Publicações")



Mato Grosso analisa patologias no concreto e apoia o programa de desenvolvimento das construtoras

No último dia 7 de março, a Regional do IBRACON em Campo Grande promoveu, no Auditório do CREA-MS, palestra técnica sobre patologias em concreto armado. Em estudos de casos, o Prof. Paulo Helene, pro-

fessor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e diretor da PhD Engenharia, apresentou aos profissionais os tipos mais comuns de patologia em estruturas de concreto, destacando a prevenção mais eficaz em cada caso.



Programa de Desenvolvimento de Construtoras

O Programa de Desenvolvimento de Construtoras é uma iniciativa da ABCP, IEMS, SINDUSCON, UFMS, IBRACON e CREA.

Este Programa tem como principal objetivo **aumentar a competitividade e melhorar o desempenho das empresas de construção** por meio da difusão das melhores práticas gerenciais e do aprofundamento do conhecimento técnico em alvenaria estrutural.

PÚBLICO-ALVO:

Engenheiros, arquitetos, empreiteiros, técnicos e profissionais atuantes na produção de edifícios e gerenciamento de obras.

Carga horária: 66 horas

INSCRIÇÕES / INFORMAÇÕES:

www.creams.org.br
www.iemsonline.com.br (eventos)
 Fone: (67) 3026-6311

PDC EM MATO GROSSO DO SUL

19 ABRIL/13	NIVELAMENTO Eng. MICHELLI GARRIDO SILVESTRE
Introdução: Histórico / Características, vantagens e desvantagens do sistema / Materiais e Componentes: Especificação e normalização / Projetos: Noções de modulação / Execução: Passo a passo resumido / Obras Executadas e Perspectivas.	
20 ABRIL/13	VIABILIDADE Eng. LEONARDO MASSETTO
Cenário da construção civil / Vantagens / Qualidade / Economia / Comparativo de custos	
Estudo de caso 1: Parede Pronta (Sistema Convencional) x Alvenaria Estrutural	
Estudo de caso 2: Sistema Convencional x Alvenaria Estrutural (15 pavimentos)	
Estudo de caso 3: Sistema Convencional x Alvenaria Estrutural (10 pavimentos)	
Estudo de caso 4: Alvenaria estrutural (bloco de concreto) x Alvenaria Estrutural (bloco de concreto) – alternativas de fundação, elevadores e lajes.	
Estudo de caso 5: Alvenaria estrutural (bloco cerâmico) x Alvenaria Estrutural (bloco de concreto)	
17/18 MAIO/13	PROJETO Eng. MÁRCIO CONTE
Introdução: Especificação de Materiais (bloco, argamassa, grout) / Projetos: Conceitos • Modulação • Projeto de arquitetura • Projeto de instalações • Projeto estrutural • Coordenação e compatibilização de projetos • Utilização de elementos pré-moldados • Interfaces: lajes e revestimentos / Modulação: Exercício de modulação em grupo (Casa 1.0) / Análise de projetos: Os participantes devem trazer projetos reais para serem analisados pelos grupos e pelo instrutor	
21/22 JUNHO/13	EXECUÇÃO Eng. MARCUS DANIEL FRIEDERICH DOS SANTOS
Técnicas (e Tecnologias) construtivas: Marcação • Elevação • Produção de lajes	
Controles: Controle de início (liberação) • Controle do processo • Controle do recebimento • Fluxo de informações e análise dos dados coletados • Análise e retroalimentação do processo • Exercícios em grupo: Análise de situações reais (fotos) • Exercício: cálculo de FIB • Como avaliar os controles: Resultados de ensaios • Fichas de verificação / Recomendações para casos de não conformidade	
19/20 JULHO E 16/17 AGOSTO/13	PLANEJAMENTO Eng. LEONARDO TOLAINÉ MASSETTO
Insumos: Quantitativos de Materiais (bloco, grout, argamassa etc.) • Consumos e Perdas / Projeto para produção (produtividade): Projeto do canteiro • Áreas de carga/descarga/armazenamento (programação de materiais), Fluxos Físicos, Áreas administrativas e de vivência • Análise de transporte (horizontal e vertical) • Interferências / Dinâmica de aula: Projeto do canteiro em diferentes fases da obra – Ciclos (Marcação, Elevação, Concreção da laje) • Produtividade • Laje pré-moldada no local, uso de pré-moldados / Dinâmica de aula: Organização da Produção para edifícios com elementos pré-fabricados / Projeto para produção (produtividade) (continuação...)	
– Argamassa e grout (aspectos de gestão) • Industrializada x tradicional x "industrialização no canteiro"	
– Organogramas de execução • Equipes de produção / produtividade • Planejamento Macro (obra) e Micro (pavimento)	
– Controles Tecnológicos dos materiais • Análise e interpretação dos ensaios • Tomada de decisões	
27/28 SETEMBRO/13	ALVENARIA DE VEDAÇÃO Eng. MARCUS DANIEL FRIEDERICH DOS SANTOS

REALIZAÇÃO:





PARCEIROS:







3º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado

Realizado na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, o Encontro tem o objetivo de promover a integração do setor acadêmico e do

setor produtivo em relação ao concreto pré-moldado.

O evento vai acontecer nos dias 08 e 09 de julho de 2013.

Mais informações: www.set.eesc.usp.br/3enpppcpm

Curso sobre concreto autoadensável

Realizado pela Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de São Carlos (AEASC) e pelo Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da UFSCar, com apoio do CREA-SP e da Regional do IBRACON no Rio Grande do Sul, o curso contou com participação de 80 pessoas, entre alunos de graduação e

pós-graduação, professores, engenheiros projetistas e de construtoras da região e de Ribeirão Preto.

O curso foi ministrado pelo professor Bernardo Tutikian, diretor regional do IBRACON, abordando tecnologia do concreto autoadensável, suas vantagens, dosagem e os cuidados a serem tomados em sua aplicação. ●



Minas debate as modificações na ABNT NBR 6118

Ao longo de 2012, a Comissão de Revisão da ABNT NBR 6118 reuniu-se, sob a coordenação da Eng^a Suely Bueno, presidente da Associação Brasileira dos Escritórios de Consultoria e Engenharia Estrutural - ABECE, para elaboração de projeto de revisão da norma brasileira de projetos de estruturas de concreto. O texto produzido pela Comissão está atualmente em consulta pública.

Para debater as mudanças introduzidas na norma pela Comissão de Revisão, as Regionais da ABECE e do IBRACON em Belo Horizonte promoveram, no último dia 22 de fevereiro, no Auditório do CEFET-MG, a palestra técnica “NBR 6118:2012 – Modificações introduzidas”, proferida pelo Prof. Sérgio Hampshire de Carvalho Santos, professor da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. ●

Agito na Regional da Bahia

Foi realizada de 17 a 19 de dezembro de 2012, a II Semana “Pensando em Concreto” na Universidade Federal da Bahia, no auditório Leopoldo Amaral da Escola Politécnica, com apoio da Regional do IBRACON na região.



Participaram da Semana de Engenharia 140 alunos e professores, que puderam debater a tecnologia do concreto, abordando seu comportamento no estado fresco e endurecido, questões de especificação e controle tecnológico e a normalização técnica pertinente. O evento contou ainda com curso técnico sobre a tecnologia de aditivos e adições para o concreto,

ministrado por profissional da Sika.

A III Semana de Materiais de Construção está programada para ser realizada na Universidade Católica de Salvador, no Campus de Pituauçu, de 16

a 18 de maio de 2013.

A Regional está promovendo o Programa de Desenvolvimento de Construtoras, cujo principal objetivo é aumentar a competitividade e melhorar o desempenho das empresas de construção por meio da difusão das melhores práticas gerenciais e do aprofundamento do conhecimento técnico em alvenaria estrutural.

Mais informações: www.creams.org.br.

► COMENTÁRIOS TÉCNICOS E EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA NB-1 CT-301 – CONCRETO ESTRUTURAL DO IBRACON

A Publicação Especial do IBRACON tem a finalidade de complementar e esclarecer alguns aspectos dos procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 6118-2003, norma brasileira para projetos de estruturas de concreto.

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

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

► FICHA TÉCNICA

- Comentários Técnicos e Exemplos de Aplicação da NB-1
- Brochura
- 258 páginas

► INFORMAÇÕES

- Tel. (11) 3735-0202 (Marilene)
- email: marilene@ibracon.org.br
- Loja virtual: www.ibracon.org.br



► CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA

► GERALDO CEHELLA ISAIA

PROFESSOR NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA
UNIVERSIDADE DE SANTA MARIA

Compêndio didático do conhecimento técnico e acadêmico nacional sobre o concreto, cobrindo os mais recentes avanços na ciência e tecnologia do material e sedimentando o conhecimento acumulado por várias gerações de engenheiros, professores e pesquisadores brasileiros.

Referência obrigatória para estudantes, pesquisadores e professores dos cursos de Engenharia, Arquitetura e Tecnologia e para os profissionais do setor construtivo interessados em se atualizar sobre os materiais cimentícios e sua aplicação tecnológica em obras civis, trazendo uma lista das normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas aos temas contidos no livro.

► FICHA TÉCNICA

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

► INFORMAÇÕES

- Tel. (11) 3735-0202 (Marilene)
- email: marilene@ibracon.org.br
- Loja virtual: www.ibracon.org.br

INTERMODAL SOUTH AMERICA

Feira Internacional de Logística, Transporte de Cargas e Comércio Exterior

- 2 a 4 de Abril
- **Local:** Transamérica Expo Center – São Paulo – SP
- UBM
- **Informações:** www.intermodal.com.br

XXIX Seminário Nacional de Grandes Barragens

- 8 a 11 de Abril
- **Local:** Enotel - Porto de Galinhas – Pernambuco
- CBDB
- **Informações:** www.cbdb.org.br

EXPO HORMIGÓN ICH 2013

- 8 a 11 de Maio
- **Local:** Santiago do Chile
- Edifica
- **Informações:** www.edifica.cl

IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas

- 3 a 5 de Junho
- **Local:** João Pessoa – Paraíba
- IFET/Paraíba
- Informações:** www.ifpb.edu.br/eventos/cinpar-2013

Construction Expo 2013

2ª Feira Internacional de Edificações e Obras de Infraestrutura

- 5 a 8 Junho
- **Local:** Centro de Exposições Imigrantes – São Paulo
- Sobratema
- **Informações:** www.constructionexpo.com.br

13º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização

- 10 e 11 de Junho
- **Local:** Espaço APAS – São Paulo – SP
- IBI
- **Informações:** www.ibibrasil.org.br

Coteq – 12ª Conferência sobre tecnologia de equipamentos

- 18 a 21 de Junho
- **Local:** Enotel – Porto de Galinhas – PE
- Abendi
- **Informações:** www.abendi.org.br/coteq

3º Congresso Nacional sobre Segurança e Conservação de Pontes – ASCP'2013

- 26 a 28 de Junho
- **Local:** Porto – Portugal
- ASCP
- **Informações:** ascp2013.ascp.pt

3º Encontro Nacional de Pesquisa, Projeto e Produção em Concreto Pré-Moldado

- 8 e 9 de Julho
- **Local:** São Carlos/SP
- IBRACON
- **Informações:** www.set.eesc.usp.br/3enpppcpm/

19ª RPU – Reunião Anual de Pavimentação

- 3 a 5 de Julho
- **Local:** Cuiabá – Mato Grosso
- ABPv
- **Informações:** www.rpu.org.br

Construsul - 16ª Feira Internacional da Construção

- 31 de Julho a 3 de Agosto
- **Local:** Fenac Novo Hamburgo – RS
- Sul Eventos Feiras Profissionais
- **Informações:** www.suleventos.com.br



A 3D rendering of a city built on a sphere, with roads and buildings curving around the globe. The image shows a dense collection of skyscrapers and buildings of various heights and colors (brown, grey, white) arranged in a circular pattern. Several multi-lane highways with white lane markings curve around the sphere. Various vehicles are visible on these roads, including cars, trucks, and a yellow crane. The background is a clear blue sky with a few wispy clouds. The overall perspective is from a high angle, looking down at the city as it wraps around the globe.



SOUTH AMERICA • BRAZIL • SÃO PAULO

- **Mais de 580 expositores nacionais e internacionais**
- **62.500 m² de exposição indoor e outdoor**
- **30.000 visitantes**
- **7º Concrete Congress - seminários, workshops e fóruns de debate**

Associação
Brasileira de
Cimento Portland



www.concreteshow.com.br



ACREDITADO PELO INMETRO PARA CERTIFICAR
MÃO DE OBRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



PROGRAMA IBRACON DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL



O IBRACON É ORGANISMO CERTIFICADOR DE PESSOAS, ACREDITADO PELO INMETRO (OPC-10).

ESTÃO SENDO CERTIFICADOS AUXILIARES, LABORATORISTAS, TECNOLOGISTAS E INSPETORES DAS EMPRESAS CONTRATANTES, CONSTRUTORAS, GERENCIADORAS E LABORATÓRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICO.

O CERTIFICADO ATESTA QUE O PROFISSIONAL DOMINA OS CONHECIMENTOS EXIGIDOS PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO, ENTRE OS QUAIS AS ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS CONTIDOS NAS NORMAS TÉCNICAS.

A CERTIFICAÇÃO É MAIS UM DIFERENCIAL COMPETITIVO PARA SUA EMPRESA: A GARANTIA DA QUALIFICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS CONTRATADOS!