

CONCRETO

& Construções



Ano XL

66

ABR-JUN • 2012

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

PONTES E VIADUTOS

ESTADO DA ARTE EM ANÁLISE E PROJETOS, MÉTODOS CONSTRUTIVOS E MEDIDAS CONSERVATIVAS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

JULIO TIMERMAN:
PAIXÃO PELAS ESTRUTURAS

NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL
PARA CONTROLE TECNOLÓGICO
DO CONCRETO DE PAVIMENTOS

INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

TIPO DE TRATAMENTO DA ÁGUA
NA DURABILIDADE DA PISCINA
DE CONCRETO ARMADO

Esta edição é um oferecimento das seguintes Entidades e Empresas



Adote concretamente

a revista CONCRETO & Construções

FÓRUM TÉCNICO NACIONAL DE DEBATES SOBRE A TECNOLOGIA DO CONCRETO E SEUS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

IBRACON

Há 40 anos

fortalecendo o concreto no BRASIL.



IBRACON

54º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

Maceió - Alagoas

8 a 11
de Outubro

2012

Centro Cultural e de
Exposições Ruth Cardoso

[TEMAS]

- 1 - Gestão e Normalização
- 2 - Materiais e Propriedades
- 3 - Projeto de Estruturas
- 4 - Métodos Construtivos
- 5 - Análise Estrutural
- 6 - Materiais e Produtos Específicos
- 7 - Sistemas Construtivos Específicos
- 8 - Sustentabilidade

[EVENTOS PARALELOS]

- I Simpósio Latino-Americano sobre Concreto Autoadensável – SILAMCAA
- Seminário sobre Infraestrutura Metroviária e Ferroviária
- Dam World Conference
- PAV 2012 – 3º Workshop IBRACON sobre Pavimentos de Concreto
- Joint IBRACON-RILEM Course on Self-Compacting Concrete

[INFORMAÇÕES]

ESTANDES E PATROCÍNIOS

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



IBRACON

Rua Julieta do Espírito Santo Pinheiro, 68 | Bairro Jardim Olímpia – São Paulo – SP | CEP: 05542-120
Fone/Fax: +55 11 3735-0202 | Fax: +55 11 3733-2190
office@ibracon.org.br | www.ibracon.org.br

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

ADITIVOS



EQUIPAMENTOS



ADIÇÕES



RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



JUNTAS

JEONE

ARMADURA



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



FÔRMAS



CONSTRUTORAS



ODEBRECHT

CIMENTO



AGREGADOS



GOVERNO



PETROBRAS



CONCRETO





INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO
Fundado em 1972
Declarado de Utilidade Pública Estadual | Lei 2538 de 11/11/1980
Declarado de Utilidade Pública Federal | Decreto 86871 de 25/01/1982

DIRETOR PRESIDENTE
Túlio Nogueira Bittencourt

DIRETOR 1º VICE-PRESIDENTE
José Marques Filho

DIRETOR 2º VICE-PRESIDENTE
Julio Timerman

DIRETOR 1º SECRETÁRIO
Antonio Domingues de Figueiredo

DIRETOR 2º SECRETÁRIO
José Tadeu Balbo

DIRETOR 1º TESOUREIRO
Claudio Sbrighi Neto

DIRETOR 2º TESOUREIRO
Carlos José Massucato

DIRETOR TÉCNICO
Inês Laranjeira da Silva Battagin

DIRETOR DE EVENTOS
Luiz Prado Vieira Júnior

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

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA
Hugo da Costa Rodrigues Filho

DIRETOR DE MARKETING
Cláudia Henrique de Castro

DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
Arcindo Vaquero Y Mayor

DIRETOR DE CURSOS
Iria Lícia Oliva Doniak

DIRETOR DE CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA
Roseni Cezimbra



CRÉDITOS CAPA
Vista da Ponte sobre o Rio Negro

seções

- 7 Editorial
- 8 Converse com IBRACON
- 12 Personalidade Entrevistada: Julio Timerman
- 32 Mantenedores
- 46 Mercado Nacional
- 63 Entidades da Cadeia
- 76 Encontros e Notícias
- 89 Acontece nas Regionais



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
Fabio Luis Pedrosa – MTB 41728
fabio@ibracon.org.br

PUBLICIDADE E PROMOÇÃO
Arlene Regnier de Lima Ferreira
artene@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 entrevistados ou em artigos assinados são de responsabilidade de seus autores e não expressam, necessariamente, a opinião do Instituto.

Copyright 2012 IBRACON.
Todos os direitos de reprodução reservados. Esta revista e suas partes não podem ser reproduzidas nem copiadas, em nenhuma forma de impressão mecânica, eletrônica, ou qualquer outra, sem o consentimento por escrito dos autores e editores.

PRESIDENTE DO COMITÊ EDITORIAL
■ Paulo Helene
(PhD, ALCONPAT, 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 Viztoni (pavimentação)
 - Selmo Chapira Kupperman (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



26 OBRAS EMBLEMÁTICAS
Histórico da ponte construída por Emilio Baumgart, nos anos 30, sobre o Rio do Peixe, em Santa Catarina



48 ANÁLISE ESTRUTURAL
Modelagem dinâmica em túnel de vento da Ponte sobre o Rio Negro



64 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO
Alerta sobre a influência do tratamento da água na durabilidade de piscinas de concreto



69 CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO
Medidas preventivas para conservação de pontes e viadutos, em vista dos mecanismos principais de envelhecimento

80 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
Uma avaliação dos projetos de gerenciamento de resíduos da construção de grandes geradores

92 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
Concepção, projeto e métodos construtivos de pontes



Fortalecendo canais de divulgação técnica

Foi uma honra ter sido convidado para assumir a Diretoria de Publicações e Divulgação Técnica do IBRACON e receber o necessário apoio e incentivo da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) para atender essa nova missão. Conheço e participo do Instituto desde 1976, quando ingressei na ABCP, um ano antes de graduar-me na engenharia civil.

Entretanto só assumimos missões dessa natureza porque há um elenco de dedicados e competentes colegas que, conosco, direta ou indiretamente, assumem igual compromisso. Em se tratando da revista *CONCRETO & Construções* – um dos ativos do Instituto sob a

responsabilidade desta Diretoria – estou me referindo em primeiro lugar ao colega, orientador do mestrado e, acima de tudo, amigo, Paulo Helene, que prontamente aceitou presidir o Comitê Editorial da publicação, ajudando-me a compor o referido comitê com 11 reconhecidos e experientes profissionais.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

Cuidaremos juntos do fortalecimento deste nosso veículo oficial de dupla representatividade: representação institucional e representação da tecnologia do concreto nas suas mais distintas formas de aplicação.

E esse fortalecimento já teve seu início na edição anterior (65), quando a revista passou a ter sua versão eletrônica.

Entretanto, essa versão não veio para substituir a versão impressa, e sim para complementá-la, como vem ocorrendo há tempos no ramo editorial com diversas outras publicações.

Imagina-se, erroneamente, que a chegada de edições eletrônicas descontinuará a versão em papel, o que é um equívoco.

A TV não “matou” o rádio, ao contrário, ambas mídias somaram-se para informar ainda mais e melhor a sociedade.

E nosso caso não é diferente.

Além do mais, a Revista desempenha outra função também muito nobre: a de *cartão de visita do Instituto e de seus membros*, apresentando a entidade e suas atividades e frequentando fisicamente as bibliotecas universitárias, as mesas de reuniões, as salas de espera de escritórios técnicos, entre outros locais.

Some-se a isso o resultado da pesquisa conduzida pela Universidade de Oregon sob a retenção de conteúdo no *The New York Times*, apresentada no artigo veiculado na edição de abril de 2012 da revista *Negócios da Comunicação*, sob o título “Lido e Aprendido” (pág 26), com o foco do papel *versus* internet, que mostra que o leitor de mídia impressa retém mais informação do que o da internet, cerca de 30% a mais.

Não há dúvida que os investimentos envolvidos na produção de veículos impressos são maiores.

Mas, empresas e instituições investem neles por intermédio da propaganda e da publicidade, por acreditarem que são canais importantes e diferenciados que alcançam profissionais de decisão.

E esse foi o motivo que levou a determinadas entidades e empresas “adotarem” a revista *CONCRETO & Construções*, transformando-se em “Oferecedores” desta e das demais edições da revista em 2012.

A essas entidades e empresas esta Diretoria também agradece, pela parceria, confiança e compromisso em ajudar ao IBRACON a manter vivo seu veículo oficial e, assim, atender cada vez mais e melhor o mercado da construção civil que emprega o concreto e, conseqüentemente, atender aos associados do Instituto.

Uma boa leitura a todos!

HUGO RODRIGUES

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA ●

CONVERSE COM O IBRACON

PORQUE HOJE EM DIA AS AGÊNCIAS DE FOMENTO À PESQUISA DÃO TANTA IMPORTÂNCIA A ARTIGOS PUBLICADOS EM LÍNGUA INGLESA?

ANDRÉ CARLOS JORGE, DA UFFI

Em primeiro lugar, porque inglês é a língua do país mais desenvolvido e mais forte de nosso tempo, falada e entendida pela maior parte dos pesquisadores de qualquer parte do mundo. Em segundo lugar, porque as revistas de maior prestígio e penetração na nossa área são em inglês, sejam elas da Europa ou dos países de fala inglesa (Estados Unidos, Inglaterra, Escócia, Índia, África do Sul, Canadá, Austrália, só para citar alguns países). Em terceiro, porque algumas entidades se dedicaram a medir não só a quantidade de artigos produzidos por um pesquisador, mas também o número de vezes que esses artigos são citados por outros pesquisadores, denominando isso de “índice de impacto” daquela publicação ou daquele autor. Portanto, há grande interesse em publicar em revistas consagradas e de alto conceito, que tenham possibilidade de serem lidas por muitos pesquisadores que, por sua vez, tenham capacidade crítica e passem a citar os bons artigos e não citar os medíocres. Claro que tudo isso é teórico e, muitas

vezes, até pode haver um pouco de corporativismo entre certos pesquisadores, de grupos amigos; porém, o objetivo é projetar o Pesquisador, a Instituição e o País, entre os pares à altura. Atualmente, o sistema de avaliação de índice de impacto, de produtividade e de qualidade é o Web of Knowledge do ISIS, sendo também reconhecido o Scopus, porém diferem um pouco nos critérios. Por exemplo, um índice H6 é muito bom na área de Engenharia Civil, mas, nas ciências básicas, seria bom um índice H20, por exemplo. Um dos pontos positivos dessa tendência é que há agora uma forma única, democrática, técnica e transparente de classificar a “qualidade” da produção científica de um pesquisador. Um dos pontos negativos é estimular os pesquisadores de áreas das ciências aplicadas (como a nossa de engenharia) a publicar para públicos que não são daquela sociedade que, muitas vezes, patrocina e paga as pesquisas e esses pesquisadores. Viva o mundo global...!

PAULO HELENE,
presidente do Comitê Editorial

Complementando o pensamento do querido Paulo Helene, sugiro também considerar o Google Academics (já levado em consideração pela FAPESP),

onde podemos verificar que citações de bons artigos ocorrem muito no Brasil também, independentemente do fator de impacto dessas publicações. Por exemplo, teses se referem a artigos, “features”, livros, etc, de autores nacionais por autores nacionais. Existem razões acadêmicas óbvias para considerar a globalização. Nos anos 90, éramos medidos por publicações em jornais de circulação internacional. Nos anos 2010, já se vê com clareza que isso não basta!

Seu artigo, para ter real impacto e importância, tem de ser referenciado por outros. Essas exigências têm permeado com mais clareza as agências de fomento à Pesquisa (veja FAPESP, por exemplo, que assumiu o RESEARCHERID e o Google Academics).

Eu sempre tenho em mente o seguinte: Publique resultados importantes aqui e lá fora. Aqui é para fazer frente ao investimento (quase exclusivamente estatal) na pesquisa. Lá fora, de fato, publique também, se é inovação ou furo no contorno do conhecimento, pois, como o amigo Paulo nos relembra, isso traz prestígio ao pesquisador (independente de qual setor), à sua instituição e ao país. Neste aspecto, acadêmicos muito se balizam por expandir os horizontes do país no conhecimento e reconhecimento!

Tanto é fato que a USP foi colocada em 20ª Universidade de pesquisa do mundo, atrás apenas de 18 americanas e uma canadense (Toronto). A enquete envolveu cerca de 13 mil opiniões de gente séria. Aliás, parece ser meta da USP. Ainda UFRGS e UFRJ aparecem na sequência, uma grande honra para os brasileiros, que, muitas vezes não entendem a “Universidade” tal como o americano: que faz parte de sua riqueza e poder (conhecimento!).

Mas não deixem de publicar aqui, pois a engenharia nacional depende de boas reflexões por gente imparcial e com tempo livre para não gastar todo seu tempo com outras atividades, não menos nobres, mas que não possuem a função precípua de gerar conhecimento (“understanding”), por meio da sistematização científica e tecnológica de suas constatações.

Abraços a todos!

JOSÉ TADEU BALBO,
membro do Comitê Editorial

COM A PUBLICAÇÃO DA NOVA NORMA DE EXECUÇÃO E CONTROLE DE OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL, A QUANTIDADE DE ENSAIOS DE PRISMA NECESSÁRIOS PARA O CONTROLE DA RESISTÊNCIA DAS PAREDES EXECUTADAS NA OBRA AUMENTOU?

Não, ao contrário, diminuiu. E os conceitos ficaram muito mais claros. Na antiga ABNT NBR 8798:1985 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, era especificada a necessidade de ensaiar uma amostra de seis exemplares de prisma a cada semana de produção, a cada andar, a cada 200 m² de área construída ou 500 m² de parede (o que fosse menor).

Então, deveria ser calculado o valor característico da amostra (f_{pk}) e os resultados eram determinados tendo a área líquida como referência, utilizando o procedimento da norma ABNT NBR 8215 - Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural - Preparo e ensaio à compressão - Método de ensaio. Existiam algumas falhas nesse conjunto de normas, como a referência do prisma na área líquida e do bloco na área bruta (a “resistência” do prisma parecia ser maior que a do bloco) e o resultado dos ensaios do prisma eram calculados em valores característicos, porém o projetista usava valores médios em seus cálculos.

Com a publicação da ABNT NBR 15961-2: 2011 - Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto - Execução e Controle de Obras, vários pontos foram melhorados:

- i) o procedimento de ensaio de prisma é um texto anexo à norma ABNT NBR 15961-2; portanto, a ABNT NBR 8215 foi cancelada;
- ii) os resultados dos prisma e do bloco são relatados em função da área bruta (mesma referência para os dois ensaios);
- iii) tanto os resultados de ensaios quanto o cálculo da estrutura, baseiam-se em valores característicos;
- iv) para blocos de até 10 MPa, é possível que os prismas sejam moldados no laboratório, evitando o seu transporte.

Quanto à quantidade de ensaios, esses são definidos em função do porte da obra e a diferença entre o valor de resistência necessária e a do bloco utilizado na obra, além de poderem serem aproveitados resultados de prismas de um pavimento, ou mesmo de um prédio, para outro.

É considerada uma categoria de obra de pequeno porte, definida quando a resistência do bloco utilizado é cerca de 3 vezes superior ao valor de f_{pk} especificado no projeto. Nesse caso, não precisa fazer ensaio de prisma, apenas de recebimento/controle dos blocos. É o caso que pode ocorrer em casas térreas com blocos de 3,0 MPa ou sobrados construídos com blocos um pouco melhores de 6,0 MPa (a ser confirmado em cada caso).

Quando precisar fazer ensaio de prisma, no máximo, tem-se a mesma quantidade da norma anterior, de seis exemplares por pavimento. Se o número de pavimentos com o mesmo bloco se repete no mesmo ou em vários prédios, é possível uma redução da quantidade de exemplares a cada novo pavimento/prédio construído com os mesmos materiais.

Em resumo, as especificações estão muito mais organizadas e a quantidade de ensaios de prisma é menor ou, no máximo, a mesma da norma anterior. Um abraço,

PROF. GUILHERME PARSEKIAN,
professor do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil e coordenador do Laboratório de Sistemas Estruturais da UFSCar (membro do Comitê Editorial)

SOU DIRETOR TÉCNICO DE UMA CONSTRUTORA NA REGIÃO CENTRO-OESTE. TANTO O CONSULTOR COMO O PROJETISTA, RECOMENDARAM A UTILIZAÇÃO DE CIMENTO CPIII OU CPIV, POR CONTA DO USO DE AGREGADO REATIVO QUE É O ÚNICO QUE, POR QUESTÕES ESPECÍFICAS, VIA-

BILIZA O EMPREENDIMENTO DO QUAL SOU RESPONSÁVEL. NÃO HÁ DISPONIBILIDADE DESSES TIPOS DE CIMENTO NA MINHA REGIÃO. MUITO AGRADECERIA SE ME INFORMASSE O QUE REGULA A OFERTA DE TIPOS DE CIMENTO NO MERCADO E ESPECIFICAMENTE QUAL A SOLUÇÃO RECOMENDADA?

Os fabricantes de cimento oferecem ao mercado seus produtos, baseados na disponibilidade da matéria-prima, de suas adições regionais e de seus equipamentos de moagem e armazenamento.

Como a indústria de cimento apresenta um perfil desfavorável para os transportes de longa distância (acima de 500 km), a oferta de cimento apresenta uma configuração regional.

A localização no sul do País das jazidas economicamente exploráveis de carvão mineral condicionou a instalação das termelétricas alimentadas a carvão mineral nessa região, tornando disponíveis para a indústria cimenteira local as chamadas pozolanas de cinzas volantes, resíduos da queima do carvão. E, por consequência, a produção de cimentos Portland pozolânicos com cinzas volantes, como os CPIV e CP II-Z, é mais presente na Região Sul.

Na Região Sudeste, por sua vez, encontram-se instaladas as grandes siderúrgicas e, por consequência, o material disponível para as fábricas situadas nessa região é a escória básica granulada de alto-forno, subproduto da fabricação do gusa, resul-

tando, nessa região, a maior presença do cimento Portland com escórias, como os CPII-E e CPIII. Já, o cimento CPII-F, por contemplar como adição o filler calcário, que é a própria matéria-prima para a fabricação do clínquer, é encontrado em todo o País.

É importante salientar também que número de moinhos e silos de uma fábrica condiciona que ela ofereça 2 ou 3 tipos, no máximo, de cimento.

Assim, no seu caso, recomendo o emprego do cimento CPII-F, com o uso, no concreto, de adições mitigadoras da reação álcali-agregado, como o metacaulim ou a sílica ativa.

Atenciosamente,

ARNALDO FORTI BATTAGIN,
membro do Comitê Editorial

A ABCIC COMEMORA 10 ANOS DE CONQUISTAS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As ações mais importantes realizadas pela Associação na década:

- Criando o selo de excelência para certificar 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 avanço educacional
- Monitorando as tendências internacionais
- Investindo em pesquisa e desenvolvimento
- Atuando junto à ABNT para aplicar as normalizações do setor
- Fortalecendo elos da cadeia produtiva do pré-fabricado de concreto
- Debatendo temas específicos em comitês técnicos
- Produção de conhecimento e seu registro em publicações técnicas: manuais, artigos e matérias em periódicos

ABCIC trabalhando para o desenvolvimento do setor e do País



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

SEUL = SÃO PAULO

Quase vinte mil quilômetros distanciam Seul, capital da Coreia do Sul, da cidade de São Paulo, mas a agitação e os milhões de automóveis entre os milhares edifícios de concreto as une.

Não existem distâncias ou limites para a melhor e mais avançada empresa de PCE, (Policarboxilato e Copolímero para Aditivos de Concreto) superplastificante:

SILKROAD C&T - COREIA DO SUL

NÓS ESTAREMOS NO CONCRETE SHOW 2012,
EM SÃO PAULO! (DE 29 A 31 AGOSTO 2012, ESTANDE 1.080)

CONVIDAMOS TODOS OS INTERESSADOS EM CONSTRUÇÃO,
ENGENHARIA CIVIL, NOVAS TECNOLOGIAS EM CONCRETO,
PARA O SEMINÁRIO TÉCNICO QUE NOSSOS PROFISSIONAIS
APRESENTARÃO DURANTE O CONCRETE SHOW 2012,
NO DIA 30 AGOSTO 2012, NO AUDITÓRIO DO RECINTO.



SILK ROAD C&T

ENDEREÇO: 9TH FL, DIPLOMATIC-CENTER BLDG., 1376-1, SEOCHO2-DONG, SEOCHO-GU, SEOUL, KOREA
TEL/FAX/E-MAIL: 82-2-2057-6914, 82-2-3478-2266, sroad@silkroadcnt.co.kr

CONTATO NO BRASIL: MERCANTER - (11)3459-6270, mercanter@mercater.com.br



JULIO TIMERMAN

Formado em engenharia civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 1977, onde se especializou em Engenharia de Estruturas, Julio Timerman é reconhecido por sua diversificada atuação no setor de engenharia consultiva em prol da valorização da atividade profissional. Foi presidente da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural – ABECE, entre 2002 e 2004, com gestão marcada pelo estabelecimento de convênios para intercâmbio técnico com entidades nacionais e internacionais e com a elaboração de protocolos para a contratação de projetos estruturais.

Foi diretor de certificação do Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON, de 2006 a 2011, onde trabalhou ativamente para a consolidação do Programa de Certificação de Mão de Obra do Instituto, que vem se firmando como importante vetor para a qualificação de pessoal no setor construtivo brasileiro. Atualmente, é vice-presidente do IBRACON.

É vice-presidente da International Association for Bridge and Structural Engineering – IABSE para a América Latina, no quadriênio 2010-2014, com meta de aumentar a participação de profissionais latino-americanos na instituição e de organizar a promoção do congresso internacional da entidade no Brasil, em 2015.

Professor titular da Faculdade de Itatiba na Universidade São Francisco, onde ministra a disciplina “Pontes em Concreto Armado e Protendido”, Timerman tem proferido palestras em diversos encontros técnicos e participado de diversos seminários e



workshops, dentre os mais recentes: “Megapontes – construção, manutenção e revitalização de pontes e viadutos”, onde proferiu palestra sobre as estruturas emblemáticas no mundo; “Workshop sobre a Importância do Controle Tecnológico do Concreto”, no 6º Coninfra – Congresso de Infraestrutura de Transportes, onde abordou o Programa de Certificação de Pessoas no IBRACON; “Concrete Show South America 2011, onde participou de mesa redonda sobre o tema da pré-fabricação em concreto no Brasil e proferiu palestra sobre o projeto estrutural do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, concebido pelo arquiteto Santiago Calatrava.

Laureado pelo IBRACON como personalidade do ano em Engenharia Estrutural (Prêmio Emílio Baumgart 2005) e por relevantes serviços prestados à entidade (Prêmio Gilberto Molinari 2009).

Consequência de seu forte espírito associativista, Julio cativa dois hobbies: todas às quintas-feiras, ele janta numa pizzaria da Vila Mariana com colegas de profissão, oportunidade para troca informal de ideias com profissionais de alto nível; e uma vez por ano, ele vai pescar com seus amigos calculistas, entre os quais o Prof. Augusto Carlos de Vasconcelos e o Eng. Nelson Covas.

Julio Timerman é sócio-diretor da Engeti – Consultoria e Engenharia, desde 2007, onde atua como consultor para diversas concessionárias de rodovias, especialmente em projetos de reabilitação e recuperação de estruturas, com intervenções em mais de 100 mil metros quadrados de tabuleiros.

“

LEMBRO-ME QUE FIQUEI
DECEPCIONADO AO SABER QUE A
ENGENHARIA TEM UM FUNDAMENTO
PROBABILÍSTICO, QUE ENGENHARIA
NÃO É UMA CIÊNCIA EXATA

”

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

TIMERMAN – Certamente, não foi influência familiar! Meu pai, um esforçado comerciante vindo da antiga União Soviética nos idos dos anos 20, sempre teve como grande preocupação proporcionar uma boa educação para seus cinco filhos. Eu fui o único que escolheu ser engenheiro civil; os outros foram para as áreas médica ou jurídica. Sempre tive afinidade com física e com matemática, as ditas ciências exatas. Descobri, mais tarde, na faculdade, que engenharia não é uma ciência exata. Lembro-me que fiquei desapontado ao saber que a engenharia tem um fundamento probabilístico. Enfim, tinha afinidade com matemática e física, e fascinação com a construção de pontes e estradas, razões pelas quais resolvi cursar engenharia.

Agora, por que engenharia de estruturas? Entrei na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 1972.

No curso, fascinavam-me as aulas de resistência dos materiais, dos professores Mazilli e João Cyro, as aulas de concreto, dos professores Lauro Modesto, Walter Braga

e Décio de Zagottis. No quarto ano de engenharia, passei num concurso na antiga FEPASA (Ferrovia Paulista) e fui trabalhar no departamento de estruturas, onde pude desenvolver meu interesse por concepções estruturais e pelo funcionamento das estruturas.

Dessa forma, comecei na FEPASA como estagiário; depois, fui efetivado como engenheiro de estruturas, onde trabalhei por 12 anos. Por lei, todo e qualquer projeto que passasse sobre as ferrovias da FEPASA (uma ponte ou viaduto) tinha que ser apresentado à empresa, para que se fizesse sua verificação: se o projeto não teria nenhum problema estrutural que viesse a acarretar o colapso da obra sobre a ferrovia. Fazíamos a verificação completa do projeto, de todo o desenvolvimento da estrutura – desde sua concepção até os esforços solicitantes, nos seus desenhos e memória de cálculo. Neste trabalho, tive a oportunidade de manter contato com grandes projetistas de estruturas, das empresas Figueiredo Ferraz, Maubertec, Enescil, Proenge...

Ponte sobre o Arroio
Passo do Pinto –
Ecosul – implantação
de nova obra



IBRACON – QUAIS AS RESPONSABILIDADES E ATRIBUIÇÕES DO ENGENHEIRO ESTRUTURAL NO SÉCULO XXI?

TIMERMAN – A grande responsabilidade do engenheiro de estruturas do século XXI é a de conceber estruturas sustentáveis. Atualmente, a sustentabilidade é ponto central da engenharia civil, da construção civil e da engenharia de estruturas. O que é uma estrutura sustentável? É a estrutura que demande a menor manutenção possível, que seja econômica, que consuma materiais de modo a não comprometer as gerações futuras. Na engenharia de estruturas existe uma linha muito tênue entre a economia e a segurança: não se pode fazer uma estrutura muito econômica, mas que vai dar problema no futuro, como o de flexibilidade ou a necessidade de manutenção constante, o que não é sustentável; por outro lado, não se pode projetar uma estrutura segura demais, quer dizer, além daquilo que se precisa, porque consumirá materiais que vão fazer falta para as outras estruturas que precisarão ser construídas. Em suma, as estruturas são sustentáveis se atendem os

requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade.

A questão da durabilidade é recente. Até pouco tempo atrás, tínhamos uma cultura em que se acreditava que as estruturas eram perenes, não havendo necessidade de se fazer manutenção. Um dos precursores da cultura de manutenção das estruturas no País é o professor Paulo Helene, juntamente com outros profissionais, evidenciando a necessidade da manutenção de pontes e viadutos, como forma de manter o patrimônio público.

Vejo, hoje em dia, com pesar, que os administradores municipais preferem erigir novas obras que são verdadeiros marcos arquitetônicos, às vezes sem qualquer necessidade, em detrimento da manutenção periódica das estruturas existentes. Eles adotam esta sistemática porque, com isto, marcam a sua administração. O Brasil, apesar de estar experimentando um grande desenvolvimento, é ainda um país que carece de recursos. Neste sentido, o engenheiro de estruturas tem o papel social fundamental de alertar e orientar

“

O ENGENHEIRO DE ESTRUTURAS
TEM ESSA FUNÇÃO SOCIAL: DE
CONCEBER A MELHOR SOLUÇÃO
TÉCNICA E ECONÔMICA

”

“

A CADA CINCO ANOS, É NECESSÁRIO FAZER UMA INSPEÇÃO COMPLETA NA ESTRUTURA [DE PONTES], PARA VERIFICAR A NECESSIDADE DE TROCA DE ELEMENTOS QUE DEMANDAM MANUTENÇÃO PERIÓDICA

”

os administradores de que existem outras soluções estruturais mais econômicas, tão bonitas quanto, mas que poupam recursos para outras necessidades da administração. O engenheiro de estruturas tem essa função social: de conceber a melhor solução técnica e econômica, recusando uma solução apenas por ser bonita, um marco arquitetônico. O Brasil ainda não está nesta fase de ter sobras de verba para se dar ao luxo de fazer uma obra somente porque é bonita. No Brasil ainda faltam muitos hospitais, escolas, estradas, muita manutenção. E precisamos fazer obras feias? Não! Cabe ao engenheiro de estruturas, juntamente com os arquitetos, conceber estruturas bonitas, que se integrem ao meio ambiente e que sejam economicamente viáveis.

IBRACON – QUAIS OS REQUISITOS DE UM BOM PROJETO ESTRUTURAL? QUAIS SEUS BENEFÍCIOS?

TIMERMAN – Como já havia comentado com você, um bom projeto estrutural tem que ter três requisitos fundamentais. Primeiro: a segurança estrutural, ser corretamente dimensionado e detalhado, conforme as normas técnicas vigentes, de tal forma que a obra não atinja os estados limites últimos e de utilização, para não comprometer a estrutura e não causar danos à sociedade. O segundo aspecto é a funcionalidade. O projeto tem que ser funcional: não adianta fazer uma estrutura linda e arrojada (fazer uma laje muito fina, mas que, ao ser usada, com as pessoas passando sobre ela, começa a vibrar e a gerar um desconforto). Em suma: o projeto tem que atender às necessidades dos usuários, tem que estar integrado às necessidades das pessoas que vão usar a estrutura. O terceiro aspecto é o requisito de durabilidade. Por não existir estruturas eternas, é preciso projetar as estruturas para que durem, atendendo às normas quanto ao cobrimento das armaduras, à limitação da abertura de fissuras etc.

IBRACON – PARA O CASO DE UMA PONTE, QUAL É O TEMPO MÍNIMO PRECONIZADO ANTES DA PRIMEIRA INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO, ATENDENDO AO REQUISITO DE DURABILIDADE?

TIMERMAN – Em geral, as estruturas são projetadas para durar cinquenta anos. Mas, num ambiente agressivo, como o de São Paulo, depois que ela foi entregue ao uso, a cada cinco anos, é necessário fazer uma inspeção completa na estrutura, para verificar a necessidade de troca de elementos que demandam manutenção periódica, como as juntas de dilatação e aparelhos de apoio, elementos que exigem uma observação rotineira e que precisam ser substituídos no prazo máximo de dez anos. No geral, diria que é necessária uma inspeção superficial anualmente e, detectando algum problema construtivo – concreto segregado ou cobrimento insuficiente da armadura – faz-se o tratamento requerido o mais breve possível. Quanto mais postergado for, mais oneroso será o tratamento. Segundo Sitter, um pesquisador europeu, o custo de manutenção de uma estrutura cresce geometricamente. Ao se postergar a manutenção, o gasto incrementa não apenas por causa da inflação, mas porque a situação na estrutura vai piorando: hoje, é um probleminha de junta de dilatação; ano que vem, por ter infiltração, a armadura foi corroída.

IBRACON – A EMPRESA TEM PARTICIPADO DE INÚMERAS OBRAS DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL, EM ESPECIAL, DE PONTES E VIADUTOS. QUAIS AS PRINCIPAIS CAUSAS DOS PROBLEMAS ESTRUTURAIIS EM PONTES E VIADUTOS PELO PAÍS?

TIMERMAN – A Engeti tem trabalhado com diversas concessionárias de rodovias nesta área de recuperação e patologia de estruturas. Uma curiosidade interessante sobre isso é a correlação entre a profissão de médicos e a de engenheiros de estruturas. Meus irmãos médicos

“ NA MARGINAL DO TIETÊ,
TODAS AS OBRAS [DE PONTES E
VIADUTOS] ESTÃO RASPADAS
EM BAIXO, POR CAUSA DO
BAIXO GABARITO ”

têm que fazer plantão, têm que fazer atendimento de urgência, fora do horário normal de trabalho. Eu também já fui muito solicitado fora do horário normal de trabalho. Tenho contratos com concessionárias de rodovias pelos quais sou obrigado a destacar equipes para atender emergências em obras. Isso já ocorreu às 6h da tarde de 31 de dezembro, há três anos, com a batida de um caminhão no pilar de uma passarela na Rodovia Presidente Dutra. Fui obrigado a me deslocar para o local, em Guararema, onde estavam interditadas as duas pistas. O presidente da companhia me ligou e disse: “Julio, enquanto não liberar a pista, não sai daí!”. Acabou que eu passei o Reveillon com o policial rodoviário. Respondendo sua pergunta. Quanto às ações externas, posso citar: abalroamentos e impactos de veículos em passarelas, em razão do baixo gabarito vertical das obras. Hoje, a altura mínima preconizada pela norma é de 5,5m, mas, às vezes, mesmo a obra que obedece a essa recomendação é atingida por caminhão que levanta, sem querer, o basculante. Foi o que aconteceu na Rodovia dos Imigrantes recentemente, onde a viga caiu com o choque. Aí, vem o Ministério Público e diz que temos que fazer obras mais altas. Mas, não seria mais fácil colocar um dispositivo no caminhão que alerta o motorista, com sinal sonoro, sobre o levantamento do basculante? Você imagine colocar uma passarela a 7 ou 8 metros de altura! Quem iria utilizar a mesma?

Na Marginal do Tietê, todas as obras estão raspadas em baixo, por causa do baixo gabarito. E o que acontece? A armadura fica exposta. Se não houver seu rompimento com o choque, com o tempo, há o fenômeno da corrosão que faz com que ela perca a sua capacidade resistente. Em segundo lugar, existem os agentes agressivos, como o ambiente poluído, as chuvas ácidas. As obras que temos são da década de 60, quando não existia essa cultura de

durabilidade e de manutenção. Não se costumava fazer verificação da fissuração da estrutura. Hoje em dia, é feita uma verificação rigorosa. Com a fissuração, ocorre o ingresso de agentes agressivos, carbonatação, lixiviação do concreto, corrosão do aço.

IBRACON – QUAIS AS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DISPONÍVEIS PARA RESOLVÊ-LOS E PREVENI-LOS?

TIMERMAN – Como técnicas corretivas, quando se tem o abalroamento, faz-se a remoção do cobrimento da armadura e sua reconstrução com microconcreto e grautes. Quando chega a afetar a capacidade estrutural, faz-se uma suplementação de armadura, com armadura passiva ou com armadura de protensão, sempre tentando reconstituir a capacidade portante da estrutura. Como medidas preventivas, nos lugares com problemas de gabarito, é preciso fazer uma adequação de gabarito, fazendo o alteamento de pontes e viadutos ou o rebaixamento da pista, para aumentar o gabarito. Em locais onde não dá para fazer, como na Anhanguera, estamos introduzindo estruturas de sacrifício, uma estrutura parruda implantada nos acessos do viaduto destinadas a absorver o impacto do veículo, como nos túneis Ayrton Senna e Fernando Vieira de Mello. São medidas mitigadoras, para diminuir o risco de impacto na estrutura.

IBRACON – O QUE TEM SIDO FEITO PELO PODER PÚBLICO COM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO DE PONTES E VIADUTOS?

TIMERMAN – A Prefeitura de São Paulo já reconheceu que não faz manutenção na cidade. Na cidade, deve haver cerca de 1000 pontes e viadutos de pequeno e grande porte esperando por manutenção. A razão disso é que a manutenção preventiva não capitaliza dividendos políticos aos administradores. A Prefeitura tem técnicos competentes, que sabem o que precisa ser feito. Mas





Ponte sobre o Rio Samambaia – Rodonorte – recuperação e reforço de ponte

a manutenção de uma estrutura, o alteamento de uma ponte, não são vistos por um leigo na percepção dos administradores. Por isso, defendo o modelo de concessão de rodovias estaduais. Não obstante entender as reclamações da população sobre os pedágios nas rodovias privatizadas, devemos reconhecer que, entre os benefícios trazidos pelo modelo de privatização adotado, está a instituição de um programa de manutenção de pontes e viadutos. O programa estadual de manutenção é muito simples e eficiente: a cada ano, é feita uma vistoria rotineira onde se avalia objetivamente os requisitos que as pontes devam possuir (segurança estrutural, funcionalidade e durabilidade), atribuindo, de acordo com o quadro observado, uma nota para cada atributo; com isso, se tem o histórico da evolução das anomalias da ponte podendo-se assim priorizar as intervenções em obras que apresentem anomalias mais graves e progressivas! A partir daí, alocam-se recursos para as obras mais problemáticas. Isso é o que tem acontecido em nível estadual. Por isso, diminuiu os problemas em pontes e viadutos do Estado.

Não se vê em nível estadual o que acontece no municipal. A Ponte dos Remédios, que, há dez ou quinze anos, quase caiu sobre a Marginal Tietê, foi recuperada. Mas, desde lá, nunca mais foi feita manutenção. Aí, há quatro meses, caiu o passeio. A sorte da Prefeitura é que o passeio caiu em cima do rio e de madrugada. O superintendente diz: “Realmente, faltou manutenção, surgiram umas fissuras e, com a chuva agressiva, corroeu a armadura e caiu”. O diagnóstico ele sabe fazer. Mas, o que precisa é tratar o doente quando ele está na UTI.

IBRACON – A ENGENHARIA ESTRUTURAL TEM SE BENEFICIADO DO ENORME DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CONCRETO E DE SEUS SISTEMAS CONSTRUTIVOS. QUAIS OBRAS DE ARTE, RECENTEMENTE INAUGURADAS OU AINDA EM DESENVOLVIMENTO, VOCÊ CONSIDERA MARCOS DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO E DE SEUS SISTEMAS CONSTRUTIVOS? POR QUÊ?

TIMERMAN – Em nível de edificações, um marco aqui em São Paulo foi o Edifício e-Tower, projetado pelo

“ ENGENHEIROS DE TODO MUNDO FICARAM, REALMENTE, MUITO IMPRESSIONADOS COM AS OBRAS [DO COMPLEXO ANHANGUERA-BANDEIRANTES], COM SEU NÍVEL DE DETALHAMENTO DE PROJETO E COM SUA QUALIDADE DE EXECUÇÃO

”

escritório do Eng^o Ricardo França, com a execução sob a responsabilidade do Eng^o Jorge Battlouni, que usou concretos de altíssimo desempenho, com a consultoria do Prof. Paulo Helene, tendo o mesmo, inclusive, pleiteado que o concreto aplicado nesta obra fosse inserido no Guinness Book, pela resistência à compressão atingida.

No Brasil, temos obras surpreendentes. Nas décadas de 30 e 40, as obras em concreto na Serra do Mar, para descida de trens, que ligam Paranapiacaba a Samaritã, em Santos, têm concepções inimagináveis para a época (obras em vigas retas, com vão de 50 metros e balanços de até 25m), esplendidamente projetadas pelo Eng^o Humberto Fonseca, que teve a oportunidade de analisar ao participar da recuperação dos projetos, quando trabalhava na FEPASA. Diversos professores e engenheiros do mundo todo ao verificar os projetos disseram: “Esse negócio vai cair!” E recomendaram parar as obras. Mas, não! As obras estão aí em uso até hoje. Houve a necessidade de pequenas adequações nos projetos, mas a concepção estrutural foi mantida, e as obras têm mais de 70 anos de uso. Obras em concreto com resistência à compressão de 40MPa, em excelente estado de conservação.

O Brasil sempre foi referência mundial no uso do concreto em obras viárias. Acompanhamos o desenvolvimento do concreto no mundo. Veja a Ponte Octavio Frias de Oliveira, a ponte estaiada da Marginal Pinheiros, é uma obra emblemática, que utiliza um concreto de 50MPa. Outro exemplo: o Complexo Viário Anhanguera-Bandeirantes, na entrada de São Paulo, é formado por obras em balanço sucessivo, belíssimas, que usaram concreto de alto desempenho e concreto auto adensável, obras que acompanham o desenvolvimento tecnológico do concreto. A Engeti projetou uma parte do Complexo, a EGT projetou outra parte. Nós trouxemos engenheiros do mundo todo, que ficaram, realmente, muito impressionados com as obras, com seu nível de detalhamento de projeto e com sua qualidade de execução.

IBRACON – O DESENVOLVIMENTO DAS CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO TEM CONTRIBUÍDO TAMBÉM IMENSAMENTE PARA A ÁREA DE PROJETO DE ESTRUTURAS. PODE-SE AFIRMAR QUE EXISTEM HOJE ESTRUTURAS DE CONCRETO QUE SERIAM INCONCEBÍVEIS SEM O USO DAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS?

TIMERMAN – Um dos motivos para meu escritório, hoje, trabalhar apenas com obras de arte especiais (pontes e viadutos) e obras especiais é o grande desenvolvimento dos softwares de cálculo e detalhamento de edificações. Atualmente existem softwares integrados para o dimensionamento e detalhamento estrutural a partir do projeto de arquitetura, no ramo de edificações, nível de integração esse que ainda não existe no ramo de pontes e viadutos. Infelizmente este desenvolvimento fez com que o cliente final, a construtora, tivesse a errônea visão de que o produto fornecido, por um engenheiro recém-formado, fosse o mesmo produto desenvolvido por um engenheiro da experiência de um Mário Franco ou do saudoso Sérgio Vieira da Silva. Mas, o produto final não é o mesmo! O advento e desenvolvimento dos softwares para edificações e obras de arte têm nos ajudado bastante, mas são ferramentas computacionais, que auxiliam o engenheiro estrutural a decidir, entre as diversas concepções estruturais de uma obra, qual é a melhor. Os softwares são ferramentas poderosas para estudar diversas concepções estruturais, o que antigamente não era possível se fazer. Antigamente, o cálculo de uma ponte ou viaduto era feito à mão, demorava semanas para finalizar o cálculo, mais tempo ainda para fazer o detalhamento do projeto. Hoje, dispomos de uma ferramenta que, feito o modelo, em segundos retorna o resultado. Assim, há chance de pesquisar muitas alternativas de soluções estruturais para um ponte ou viaduto. Ao invés de fazer a obra em duas vigas, por que não fazer em quatro vigas? Então, a

“ OS SOFTWARES SÃO FERRAMENTAS
PODEROSAS PARA ESTUDAR DIVERSAS
CONCEPÇÕES ESTRUTURAIS,
O QUE ANTIGAMENTE NÃO ERA
POSSÍVEL SE FAZER ”



“ NA FACHADA DA OBRA
[MUSEU DO AMANHÃ], O
CALATRAVA QUERIA UMA
ESTRUTURA COM 30M DE
BALANÇO, SEM PÍLARES ”

ferramenta computacional ajuda nesta decisão. O avanço tecnológico é para dar um suporte ao engenheiro de estruturas sobre a concepção estrutural e seu resultado. Não se pode deixar que o computador decida qual será a melhor estrutura. Não existe isso! A decisão sobre a melhor concepção estrutural sempre será exclusividade do ser humano, do engenheiro de estruturas.

“O bom engenheiro de estruturas é o que sabe o resultado que será fornecido pelo software”, essa frase eu ouvi do engenheiro Mario Franco e concordo plenamente com ele. O bom engenheiro de estruturas tem a visão do funcionamento da estrutura, o que vai acontecer em nível dos resultados da concepção estrutural. O bom engenheiro de estruturas utiliza o software, não como um fim, mas como um meio, para ele analisar diversas alternativas e selecionar a melhor. Ele tem

que otimizar o tempo que ganha com o dimensionamento, para estudar a melhor solução.

IBRAÇON – COMO É TRABALHAR EM UM PROJETO DO RENOMADO ARQUITETO E ENGENHEIRO SANTIAGO CALATRAVA? COMO SE ENVOLVEU COM O MUSEU DO AMANHÃ?

TIMERMAN – A Engeti foi convidada para participar da concorrência do Museu do Futebol, no Estádio do Pacaembu, sob a coordenação da Fundação Roberto Marinho. Baseada na Lei Rouanet, a Lei de incentivo à cultura, a Fundação Roberto Marinho desenvolve projetos de equipamentos públicos, especificamente museus, investindo nesses equipamentos, o que é dedutível do imposto de renda. Ganhamos a concorrência para o desenvolvimento do projeto do Museu do Futebol, que,



Julio e o arquiteto Calatrava durante inspeção do Museu do Amanhã no Rio de Janeiro

“ ESTE PROJETO [MUSEU DE ARTE DO RIO DE JANEIRO] TEM UMA ESTRUTURA INÉDITA NO BRASIL: UMA COBERTURA FLUÍDA, UMA CASCA DE CONCRETO COM CERCA DE 15CM DE ESPESURA, QUE SIMULA AS ONDAS DO MAR ”

para mim, foi um marco, apesar da minha experiência na recuperação de pontes e viadutos, porque trabalhar com a recuperação de patrimônio histórico é realmente fascinante! Localizamos todo o projeto original do Estádio do Pacaembu no arquivo da Prefeitura de São Paulo. Ele estava totalmente degradado, acondicionado em local inadequado. Solicitamos à Fundação a digitalização do projeto, que não ficou boa. Coloquei uma arquiteta da empresa para copiar à mão o projeto. Ela ficou três meses neste trabalho, abrindo desenho por desenho, cerca de 60, e copiando à mão. Em seguida, fizemos as adaptações necessárias no Estádio do Pacaembu para a implantação do Museu. Retiramos pilares da arquibancada para fazer o auditório sob ela. Fizemos as vigas de transição em concreto protendido. Com o projeto, criamos um bom relacionamento com a Fundação Roberto Marinho, que é o que busco com nossos clientes. Trabalhamos com poucos clientes, que nos veem, não como comerciantes, e sim como especialistas, como consultores, como profissionais que atendem as suas necessidades. O projeto não termina quando eu entrego os desenhos. Eu vou à obra resolver os problemas que possam aparecer. Tenho feito acompanhamento de obra, assistência técnica de obra. Por isso, os profissionais da Engeti, hoje em torno de 30, criam uma relação boa com nossos clientes, em especial, com a Fundação Roberto Marinho. Em razão disso, temos desenvolvido uma série de projetos de museus pelo Brasil. Fomos convidados a participar da concorrência do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, do arquiteto Santiago Calatrava. Teve a questão do preço, mas, sobretudo, foi uma concorrência técnica. Baseado no bom resultado ocorrido no Museu do Futebol, ganhamos a concorrência do projeto do Museu do Amanhã.

O Museu do Amanhã tem características diferentes em relação ao Museu do Futebol. É uma obra nova, não a recuperação de uma estrutura existente. Foi criada

pelo arquiteto Santiago Calatrava, referência mundial, que, tendo se formado em arquitetura na Espanha e começado a conceber estruturas que nenhum engenheiro acreditava que ficariam em pé, foi cursar engenharia na Politécnica de Zurique, destacando-se como um dos melhores alunos. A concepção do Museu é realmente muito arrojada e ela cresceu: num primeiro momento, era o térreo, um pavimento e o mezanino técnico; atendendo novas demandas, ele ganhou um subsolo no píer, com a finalidade de captar a água da Baía da Guanabara, dessalinizá-la e utilizá-la no sistema de climatização. É uma estrutura absolutamente sustentável. Sua cobertura é feita com um material sanduíche e com células voltaicas: ela acompanha o movimento do Sol, para captação otimizada da energia solar. Na fachada da obra, o Calatrava queria uma estrutura com 30m de balanço, sem pilares. Tivemos algumas discussões técnicas, e ele, como engenheiro e arquiteto, compreendeu nossas considerações técnicas. Acatou a necessidade de se colocar alguns pilares nas laterais, para equilibrar a estrutura, e de diminuir os balanços para 15m. A arquitetura precisa ter essa sinergia com a engenharia, ou não se consegue conceber a estrutura.

A Engeti é responsável por todo o projeto executivo das estruturas de concreto do Museu do Amanhã. O projeto está em fase de verificação: uma empresa internacional está fazendo a verificação de nosso projeto.

IBRACON – DE QUAIS OUTROS PROJETOS A ENGETI TEM PARTICIPADO?

TIMERMAN – Estamos fazendo a verificação do projeto do Museu de Arte do Rio de Janeiro, na Praça Mauá. Este projeto tem uma estrutura inédita no Brasil: uma cobertura fluida, uma casca de concreto com cerca de 15cm de espessura, que simula as ondas do mar, ligando duas edificações, sem vigas, apoiada em alguns





Museu Paço do Frevo – Fundação Roberto Marinho – recuperação e restauração

pilares metálicos, usados inclusive para descida de água. Imagine fazer a fôrma dessa cobertura a 50m de altura! A Fundação Roberto Marinho contratou um carnavalesco para fazer a fôrma com isopor. Fez um tablado com chapa de compensado de madeira e, para moldar as curvas, usou-se isopor de alta densidade, coberto por uma resina para dar rigidez. A armação acompanha todas as curvas, de um lado e de outro. É uma estrutura fantástica e inédita. Será concretada com concreto de alto desempenho e autoadensável, com 50MPa, com consultoria de um tecnologista de concreto. A preocupação do engenheiro projetista face ao ineditismo da estrutura era tão grande que nós reprocessamos a estrutura em nosso escritório e chegamos a resultados bem parecidos. Foram desenvolvidos três protótipos no canteiro de obras em escala real, modelos para verificar todos os possíveis problemas executivos: foi verificado que a densidade do isopor não estava boa, cedendo ao peso do concreto; foi modelada a armação na estrutura; e treinamos a equipe responsável pela armação e concretagem da cobertura. Toda a armadura foi galvanizada por uma equipe da Gerdau, devido ao local, próximo à Baía da Guanabara, ser

um local muito agressivo. A concretagem será contínua, com todos os cuidados possíveis e imagináveis para que tudo dê certo.

Em função da sinergia criada com a Fundação Roberto Marinho, damos também consultoria para o Museu da Língua Portuguesa e para o Paço do Frevo em Recife. Eu sou feliz na profissão que tenho. Não saberia fazer outra coisa na vida. O retorno profissional que já tive, não tem dinheiro no mundo que pague. A Fundação Roberto Marinho trata os engenheiros de estrutura com seriedade. No Museu do Futebol tem a placa do arquiteto que desenvolveu, mas, em baixo, tem a placa do engenheiro de estruturas. Em geral, o nome do engenheiro de estruturas só aparece nos projetos quando da um problema na obra. Numa propaganda de jornal nunca se vê “essa obra foi projetada pelo engenheiro fulano de tal”. A não ser que a obra caia. O engenheiro de estrutura é igual ao juiz de futebol: se não falam deles, foram bem; se falam, é porque algo deu errado. Meu nome na placa do Museu do Futebol foi um marco na minha vida. Tenho mostrado a todos os colegas. Faço isso institucionalmente falando, para que nós, engenheiros de estruturas, valorizemos a profissão,

“ EM GERAL, O NOME DO ENGENHEIRO DE ESTRUTURAS SÓ APARECE NOS PROJETOS QUANDO DA UM PROBLEMA NA OBRA ”

mostremos que um bom projeto de estruturas é realmente importante. Então, esse reconhecimento do cliente, de que temos uma parceria, de que batalhamos juntos, é importante. Além dos museus, estamos projetando os viadutos de todo o Contorno de Florianópolis. Nosso escritório também está atuando em diversas concessionárias de rodovias na adaptação das passarelas de pedestres aos requisitos de acessibilidade. Estamos participando da duplicação da Rodovia Mario Covas, que liga o Rio de Janeiro a Macaé, para atender a Comperj, obra da Petrobras na região.

IBRACON – QUE PAPEL DESEMPENHA A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO, EM ESPECIAL OS PREFABRICADOS, PARA AS OBRAS DE ARTE?

TIMERMAN – Comecei minha vida profissional fazendo obras moldadas “in loco”. Mas, hoje em dia, para determinadas obras, o sistema é impensável. Fazer uma ponte, uma Rodovia dos Imigrantes, moldada no local, é impensável. Como fazer um cimbramento no meio da Serra do Mar, sob os aspectos de meio ambiente e de exequibilidade da estrutura? A pré-fabricação é coerente com o desenvolvimento da engenharia de pontes. Imagine fazer um viaduto sobre a Marginal do Tietê hoje em dia, com cimbramento, tendo que interditar meia pista para colocar escoras sobre a ponte! Não dá! Hoje não se consegue conceber uma estrutura que não seja pré-moldada nestes locais. Ao fazer uma obra sobre uma represa, é necessário adotar um sistema construtivo adequado àquela demanda, que a industrialização da construção veio atender. Sob o aspecto do meio ambiente: comparar a construção da Via Anchieta na década de 30, onde se fez picadas de burro e escoramento, com desmatamento enorme na Serra, com a primeira pista da Imigrantes, onde o desmatamento foi muito menor, com a construção da segunda pista, o desmatamento foi ainda menor, cerca de 10% do desmatamento da Via Anchieta. Por quê? Por causa da industrialização da construção. As vigas foram pré-moldadas, lançadas por treliça, com estruturas pré-moldadas empurradas. Por outro lado, sob o aspecto do controle de qualidade, o controle é muito maior: o controle dimensional das peças, o

controle de qualidade do material, é muito maior do que o controle possível na obra moldada no local.

IBRACON – O QUE É A IABSE (INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR BRIDGES AND STRUCTURAL ENGINEERING)? QUAL É SUA MISSÃO? QUAIS AS FUNÇÕES DO VICE-PRESIDENTE?

TIMERMAN – A IABSE é uma entidade internacional que congrega profissionais da área de consultoria e engenharia estrutural, com a finalidade de trocar experiências sobre novas tendências, tecnologias, desenvolvimento de projetos e sistemas construtivos para pontes e viadutos.

A entidade conta com cerca de 3000 sócios. Foi fundada em 1910, dentro da Escola Politécnica de Zurique, na Suíça. Ela tem um presidente e oito vice-presidentes. Eu sou vice-presidente para a América Latina. Meu objetivo é difundir a entidade e suas ideias na região, para angariar mais profissionais para a entidade.

IBRACON – COMO O CARGO TEM CONTRIBUÍDO PARA ESTREITAR AS RELAÇÕES ENTRE OS PROFISSIONAIS BRASILEIROS E ESTRANGEIROS? QUAIS OS RESULTADOS MAIS PALPÁVEIS DESSE ESTREITAMENTO DE RELAÇÕES ENTRE ENGENHEIROS ESTRUTURAIIS? O CONGRESSO DO IABSE VIRÁ PARA O BRASIL EM 2015?

TIMERMAN – O Brasil sempre esteve representado na IABSE. A ABPE (Associação Brasileira de Pontes), com sede no Rio de Janeiro, é o braço brasileiro da IABSE, é quem representa os profissionais brasileiros na IABSE; para se associar a IABSE, é necessário antes se associar a ABPE. O primeiro representante brasileiro na IABSE foi o professor Sérgio Marques de Sousa, recentemente falecido. O Brasil sempre teve um vice-presidente na IABSE. Depois do Dr. Sérgio Marques, veio o Engº Gilberto do Valle; em seguida, o Gilson Marquesini, a quem sucedi, por indicação da própria ABPE, numa quebra de paradigma: sou o primeiro paulista a representar o Brasil na IABSE. No momento de minha candidatura, em 2009, fiz a proposta de promover o Congresso da IABSE no país em 2015. O Brasil já promoveu três congressos da entidade, momentos em que o número de sócios chegou a 200. Minha grande meta é captar novos sócios na região. Hoje, o Brasil tem 70 sócios. A América Latina tem uma participação fraca na IABSE,

“ A PRÉ-FABRICAÇÃO É COERENTE COM O DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA DE PONTES. IMAGINE FAZER UM VIADUTO SOBRE A MARGINAL TIETÊ HOJE EM DIA ”



“ EXISTEM CONCEPÇÕES ESTRUTURAIS NOVAS NO BRASIL, COMO AS PONTES ESTAIADAS, AS PONTES EXTRADORSO, AS PONTES DE BALANÇOS SUCESSIVOS, QUE CARECEM SER MELHOR DIFUNDIDAS AOS PROFISSIONAIS ”

que se caracteriza por ser predominantemente europeia. Apesar do evento ser em 2015, os diretores da IABSE, que são suíços, já querem ter um relatório da organização do evento: se já contratamos empresa de assessoria de evento; se já reservamos espaço em centro de exposição. Vamos trazer cerca de 800 engenheiros do mundo todo, para três dias de evento, apresentando palestras, keynotes, papers, pôsteres. Isso vai ocorrer em setembro de 2015. É interessante marcar isso na agenda. Agora, a gente já deve começar uma campanha de divulgação do evento, para trazer novos sócios. Eu gostaria que o Brasil alcançasse 150 sócios.

IBRACON – QUAL É SUA AVALIAÇÃO DOS FÓRUMS NACIONAIS SOBRE O TEMA DE PONTES E VIADUTOS?

TIMERMAN – Os fóruns são bons e de alto nível. Da para melhorar com cursos e workshops. Existem concepções estruturais novas no Brasil, como as pontes estaiadas, as pontes extradorso, as pontes de balanços sucessivos, que carecem ser melhor difundidas aos profissionais de projeto e de execução. Como os fóruns são mais informativos, deveriam ser complementados por eventos formativos. É importante também que estes fóruns tragam profissionais de fora, para nos mantermos atualizados com as experiências internacionais. Isso vem ao encontro do evento da IABSE em 2015.

IBRACON – QUAL É O PAPEL PRINCIPAL DAS ENTIDADES DE CLASSE, COMO A IABSE, ABPE E O IBRACON?

TIMERMAN – Em primeiro lugar, as entidades destacam o associativismo. Há alguns anos, víamos nossos colegas como concorrentes. Minha participação na ABECE, no IBRACON e na IABSE, fez com que eu mudasse completamente esta visão. Como resultado dessa minha experiência, às quintas-feiras, eu e os colegas do Instituto de Engenharia vão jantar numa pizzaria. Nestes jantares, encontro o pessoal do IE, da ABECE, do IBRACON, da ABCP. Quer dizer: você não vê mais seu colega de profissão como concorrente, mas como um parceiro, com quem você troca experiências. Você ouve: ‘puxa, eu não estou conseguindo desenvolver determinado tipo de estrutura, você pode me ajudar nisso, ou como você recomendaria eu fazer essa concepção?’. O fortalecimento dessas entidades

é o próprio fortalecimento da classe, o que é a ideia do associativismo. Através das associações, você mostra para seu colega de profissão que o assunto de competição é secundário. O mais importante é você estar junto, dividindo experiências e problemas, sejam problemas jurídicos ou problemas técnicos. A própria associação vai dar um apoio neste sentido. O segundo aspecto importante das entidades é o fato delas representarem nossa categoria perante a sociedade. Você não é uma pessoa isolada, mas uma entidade que representa suas aspirações, seus interesses, no contexto da sociedade, o que torna sua atuação mais abrangente.

IBRACON – COMO SURTIU O IBRACON NA SUA VIDA PROFISSIONAL? QUE IMPORTÂNCIA TEM O IBRACON PARA A SUA ATIVIDADE DE PROJETISTA ESTRUTURAL DADO QUE EXISTE UMA ENTIDADE ESPECÍFICA, DA QUAL VOCÊ FOI INCLUSIVE PRESIDENTE?

TIMERMAN – Quando eu fui presidente da ABECE, o presidente do IBRACON, Paulo Helene, teve a visão da necessidade de congregar as entidades, no sentido de harmonizar seus interesses. Neste sentido, ele convidou o engenheiro José Roberto Braguim, um dos diretores na minha gestão, a participar da diretoria do IBRACON, como diretor de informática. Em seguida, o Paulo Helene me convidou para participar de um evento comemorativo do centenário do ACL, onde nasceu uma sinergia entre nós, uma amizade. Quando eu deixei a presidência da ABECE, o Paulo Helene me convidou para assumir um projeto muito importante do IBRACON, o Programa de Certificação de Mão de Obra. Para mim, como diz o protagonista do filme “Tropa de Elite”, missão dada é missão cumprida. Quer dizer: enfrentamos dificuldades no programa de certificação, inclusive com descrédito de alguns membros da diretoria e do meio técnico, inclusive da Petrobras, que tinha um programa próprio de certificação interrompido; enfrentamos crises financeiras, com corte de despesas e funcionários lotados no programa. Mas, fomos em frente, consegui patrocínio, inclusive da minha empresa. Hoje, graças a Deus, é um processo que já entrou numa rotina de trabalho. Hoje, já não sou mais diretor de certificação, é outro profissional que está no meu lugar e que

“ A FINALIDADE DO IBRACON É MELHORAR A QUALIDADE DA MÃO DE OBRA, É PROPORCIONAR UM APRIMORAMENTO CONTÍNUO DOS PROFISSIONAIS ”

está levando o programa à frente, inclusive com ideias de expandir seu campo de atuação.

IBRACON – NO CONTEXTO ATUAL DE ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA AFLIGINDO A CONSTRUÇÃO CIVIL, QUAL É A IMPORTÂNCIA DO PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL DO IBRACON?

TIMERMAN – O ser humano é peça principal na construção civil, mas a falta de qualificação dos profissionais no País acarreta desperdícios e retrabalhos no setor, comprometendo a sustentabilidade da estrutura. Por isso, é de suma importância o Programa de Qualificação, cuja finalidade é reduzir os desperdícios e retrabalhos, comprometendo-se com o aspecto de sustentabilidade.

Outro aspecto a ser salientado é que a Qualificação de Pessoal não objetiva elitizar a construção civil – essa é uma visão muito tacanha sobre o programa. O fato de o camarada ter que estudar, ter que se certificar, o que implica custos, levando a reivindicação de aumento dos salários é uma visão curta de nossos empresários. O processo de certificação vem para disseminar o conhecimento, para proporcionar ao profissional ingressar neste mercado de trabalho, porque se tem uma falta muito grande por laboratoristas, por inspetores de estruturas. Então a finalidade do IBRACON é melhorar a qualidade da mão de obra, é proporcionar um aprimoramento contínuo dos profissionais e proporcionar aos que queiram entrar no mercado de trabalho uma ferramenta de qualificação e de certificação, para entrarem melhor preparados neste mercado de trabalho.

O programa pode, assim, contribuir para a resolução da perspectiva de gargalo de mão de obra, mas a filosofia do programa não é treinar, mas certificar, verificar se os profissionais têm um nível de competência mínima que atenda às necessidades da construção civil. O treinamento desses profissionais deve ser feito por outras entidades, como SENAI, IFET. Esta solução deve vir a médio prazo. A curto prazo o que está havendo é importação de profissionais, de engenheiros e técnicos, principalmente dos países ibero-americanos (Espanha, Portugal).

IBRACON – EM QUE ESTÁGIOS ESTÃO AS REVISÕES DAS NORMAS ABNT NBR 7187 – PROJETO E EXECUÇÃO DE PONTES DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO E A ABNT NBR 7188 – CARGA MÓVEL EM PONTE RODOVIÁRIA E PASSARELA DE PEDESTRE?

TIMERMAN – Eu sou coordenador da Comissão Técnica da ABECE sobre pontes, que se tornou uma Comissão de Estudos das normas da ABNT. Finalizamos o texto base da NBR 7188, que deve entrar em consulta nacional a partir do mês de junho, após workshop sobre a norma, onde vamos fazer uma apresentação formal do texto base. Como muitos assuntos da NBR 7187 estão relacionados com a NBR 6118, que está em processo de revisão, creio que vamos esperar a aprovação do novo texto da NBR 6118, cuja expectativa é de estar pronto até o final deste ano, antes de abrir a Comissão de Estudos da ABNT NBR 7187, justamente para compatibilizar as duas normas. Entendo que, para 2013, a revisão da norma NBR 7187 deve estar finalizada.

IBRACON – FAZENDO UM PARALELO ENTRE A NORMALIZAÇÃO BRASILEIRA E AS NORMAS INTERNACIONAIS E ESTRANGEIRAS QUE TRATAM DE PONTES E GRANDES ESTRUTURAS DE CONCRETO, QUAIS OS PRINCIPAIS AVANÇOS JÁ VERIFICADOS EM OUTROS PAÍSES E QUAIS OS PONTOS POSITIVOS NA NORMALIZAÇÃO BRASILEIRA?

TIMERMAN – Um grande problema que enfrentamos no Brasil é quanto à atualização das normas: o intervalo de revisão de normas no país é ainda muito grande, precisaria reduzir este tempo. A última revisão da NBR 7188 foi feita em 1984, o que totaliza 27 anos. Em alguns países, o intervalo de revisão é bem menor.

O segundo problema é que, para se fazer a revisão da norma de cargas móveis, precisamos de um banco com dados de campo, para se ter ideia do perfil dos veículos que trafegam nas rodovias, e quanto a isso, temos pouquíssimos dados que nos permita afirmar que, realmente, os valores de dados que colocamos na norma para as cargas móveis refletem a realidade nas rodovias. Lá fora, alguns países têm banco de dados abundantes, fazendo com que a revisão de cargas móveis nesses países retrate fielmente o perfil dos veículos que circulam nas rodovias.



“

AS ESTRUTURAS BRASILEIRAS
SÃO MAIS ECONÔMICAS DO QUE AS
NORTE-AMERICANAS VISTO QUE AS
NOSSAS CONDIÇÕES DE CONTORNO SÃO
COMPLETAMENTE DIFERENTES

”

Por outro lado, um avanço do país neste campo da normalização é a nossa norma NBR 6118, trabalho maravilhoso do CT-301 do IBRACON, capitaneada pelos engenheiros Zamarion, França e Stucchi. É uma norma internacionalmente reconhecida pela ISO como tendo validade internacional. Um aspecto interessante é que o Brasil é o único país da América Latina com a norma própria de projeto de estruturas de concreto; os outros países seguem a norma do ACI. O ACI está hoje revisando profundamente sua norma e, na minha opinião, para fazê-la parecida com a nossa norma, que apresenta a sequência natural de cálculo de uma estrutura de concreto, sistemática de apresentação adotada na revisão da ACI-318. Nossa norma traduz realmente a cultura brasileira na área do

concreto, que é uma cultura europeia. Houve épocas em que o ACI recomendou veementemente que o Brasil utilizasse sua norma, como o Chile e a Argentina usam, mas nossa cultura na área é completamente diferente – as estruturas brasileiras são mais econômicas do que as norte-americanas visto que as nossas condições de contorno são completamente diferentes. Essa é uma nova forma dos norte-americanos influenciarem fortemente o meio técnico de outros os países, mediante a utilização das recomendações do ACI. Para eles, é uma barreira nós termos nossa própria norma. Mas nós a usamos, não por pirraça, mas porque temos uma história: nossa norma é muito bem feita, muito bem elaborada, nossas estruturas atendem plenamente nossas necessidades e são, em geral, 20% mais econômicas que as deles. ●

Laboratório
de Excelência

Associação
Brasileira de
Cimento Portland

A base de construções com qualidade começa por aqui



Em uma pesquisa nacional encomendada pelo Sinaprocim e Sinprocim ao IBOPE, a ABCP foi referenciada com seu Laboratório de Excelência.

Os laboratórios da ABCP formam um grande centro de referência na prestação de serviços à cadeia produtiva da construção civil. Neles mais de 400 tipos de ensaios sobre propriedades mineralógicas, físicas, químicas e mecânicas em insumos, produtos, projetos e sistemas à base de cimento são realizados por profissionais qualificados em equipamentos de alta precisão e última geração.

Garanta a qualidade de seus produtos e a satisfação de seus clientes.

Conte com os serviços dos oito laboratórios da ABCP.

Laboratórios ABCP ao seu dispor

- Argamassas Industrializadas
- Cimento
- Concreto
- Meio Ambiente
- Metrologia
- Mineralogia
- Química
- Solo-Cimento

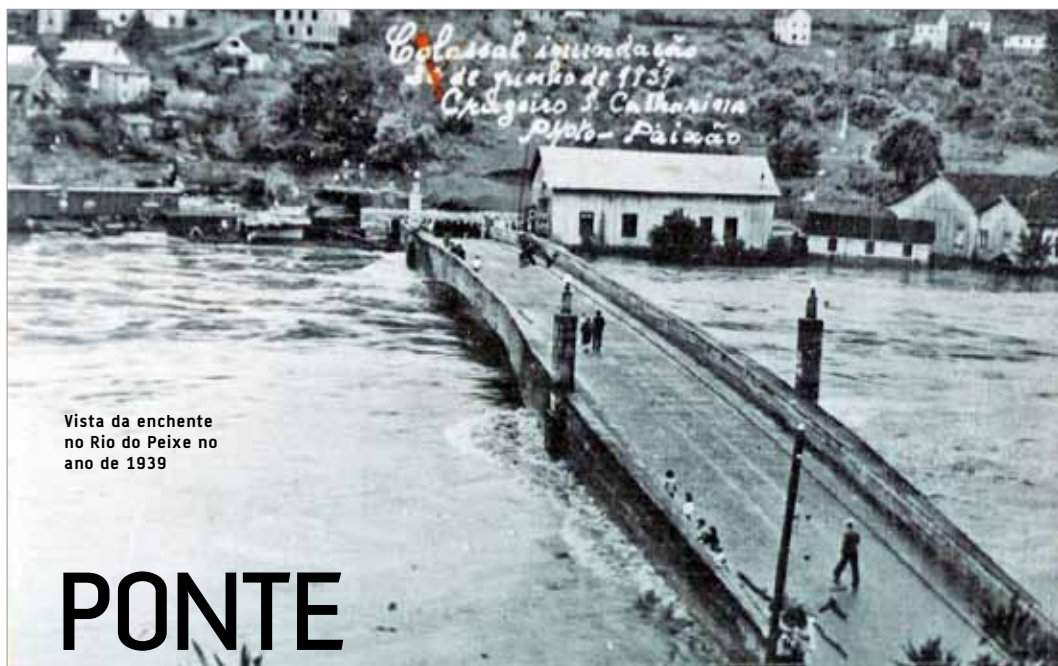
Reconhecimento

Prêmio Qualidade 2010
Sinaprocim/Sinprocim
Categoria Laboratório
de Ensaios Físicos



 Solicite orçamento de ensaios
www.abcp.org.br/laboratorio-orcamento/index.php

www.abcp.org.br • 0800 0555 776



PONTE

EMÍLIO BAUMGART

ousadia e inovação em 1930

¹ BAUMGARTEM, CRISTINA (2001).

EMÍLIO HENRIQUE BAUMGART,

O PAI DO CONCRETO ARMADO - UM RESGATE. PG. 25 - HB EDITORA.

MARCKSON THEONES KIELEK – DIRETOR DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇO

PREFEITURA MUNICIPAL DE HERVAL D'ESTE, SC

Quando nos referimos à construção em concreto, Emilio Henrique Baumgart pode ser considerado como sendo um dos “Pais” do concreto armado no Brasil, um dos maiores pioneiros da grande construção civil brasileira. Nascido em Blumenau, Santa Catarina, no dia 25 de julho de 1889, Emilio Baumgart era filho do comerciante Gustavo Baumgart (proprietário da casa comercial Kolonialwarengeschäft, que vendia praticamente de tudo, de tecidos para roupas íntimas a ferramentas) e de Matilde Odebrecht.

Emílio Odebrecht, na época engenheiro do Estado avô materno de Emílio H. Baumgart, foi um dos principais incentivadores na carreira do neto.

“Este menino vai ser engenheiro como eu!” Dizia o avô com incomensurável orgulho do neto¹. Emílio Odebrecht foi um dos responsáveis pela demarcação técnica (ou seja, realizou o trabalho de topografia) entre as fronteiras do Brasil, Argentina e Paraguai e a instalação das linhas de telégrafos nos postos de fronteiras.

Com o passar dos anos, Emílio Baumgart se destacava em seus estudos, concluindo o curso primário na cidade de Blumenau, no ano de 1905. Cinco anos depois, Emílio Baumgart estava sendo novamente diplomado na cidade de Florianópolis, desta vez com destaque, pois foi considerado o melhor aluno daquela instituição (Colégio Catarinense)², tendo escolhido a profissão de engenheiro Baumgart decidiu fazer vestibular na Escola Politécnica do Rio de Janeiro do ano de 1911.

Para custear a Faculdade de Engenharia, Emílio começou a trabalhar como estagiário na Companhia Constructora em Cimento Armado. Nela, veio a planejar o que seria o seu primeiro projeto arquitetônico, a Ponte Sete de Setembro, que, mais tarde, recebeu a denominação de Ponte Maurício de Nassau, em Recife – Pernambuco, com 178 metros de extensão, sendo considerada a mais longa ponte do Brasil na data da sua inauguração³.

No ano de 1915, Emílio Henrique Baumgart casou – se com a jovem Stella Matutina Boechat Riedlinger. Após algum tempo “afastado” do curso de engenharia, retorna aos estudos e, no ano de 1919, já com 31 anos, entra para o, na época restrito grupo de engenheiros formados.

A partir daí, começou com suas ideias, projetos, planos e muitos cálculos, que contribuíram para futuras construções no Brasil.

PROJETOS DE DESTAQUE: A PONTE SOBRE O RIO DO PEIXE

No ano de 1925, Emílio projetou e construiu, na cidade do Rio de Janeiro, o Cine Capitólio, o primeiro arranha-céu do Brasil.⁴ Em 1928, Emílio Baumgart estava à frente de outra grande obra da engenharia mundial, o edifício do jornal “A Noite” – o maior edifício de concreto armado do mundo à época.⁵

Em 1929, uma comitiva dos governos estadual e federal percorria o interior catarinense. O objetivo era conhecer e integrar essas regiões ao estado, vendo a necessidade de obras infraestruturais, como estradas e pontes.

Chegando à estação Herval, o Presidente Washington Luiz foi recebido com um almoço no qual foi prometida a tão sonhada construção de uma ponte sobre o Rio do Peixe, que ligaria o distrito de Joaçaba e também o isolado Oeste ao restante do Estado de Santa Catarina.

No mesmo ano, foi lançada a pedra fundamental para a tão sonhada construção da Ponte. O início da construção



Enchente de Julho de 1983, onde, ao fundo, se observam os dois prédios que foram “corresponsáveis” pela queda da Ponte Emílio Baumgart

foi supervisionado pelos senhores Tranquilo De Carli e Luiz Francisco Tedesco, engenheiros responsáveis. A construção da obra foi feita pela firma “Gusmão, Dourado & Baldassini”.

Baumgart estava ciente das dificuldades de transposição de um rio cujo regime poderia ocasionar uma elevação abrupta das águas qualquer cimbramento que se apoiasse no leito do rio seria levado pela correnteza, o que de fato aconteceu com as primeiras estruturas da ponte, que foram deslocadas de seu projeto original.

Depois de algum tempo e estudos, ele decidiu aplicar o concreto armado utilizando o mesmo processo de construção de treliças metálicas, acrescentando trechos em balanço, suportados pelas partes previamente instaladas. Com isso, Baumgart resolveu o problema inevitável de desnível entre as duas extremidades em balanço.

Cada etapa da construção era objeto de curiosidade por parte de engenheiros, alunos de engenharia e muitos curiosos, pois foi usado um sistema novo de construção (um método diferente em balanço: o sistema de cantilever); foi usado concreto protendido e viga de concreto armado. Esse mesmo método criou tendência para a construção de pontes executadas tempos depois (Vasconcelos, 1982). O



Vista da ponte no ano de 1975, onde se observa, ao fundo, a construção do prédio que invadiu o leito do rio

² VASCONCELOS, AUGUSTO CARLOS DE; EMÍLIO HENRIQUE BAUMGART: SUAS REALIZAÇÕES E RECORDES. UMA VIDA DEDICADA AO CONCRETO ARMADO – EDIÇÃO VEDACIT OTTO BAUMGART AS – 2005, PÁGINA 19– EDIÇÃO COMEMORATIVA DOS 70 ANOS DA OTTO BAUMGART INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A. CDD –620.137092.

³ VASCONCELOS, AUGUSTO CARLOS DE; EMÍLIO HENRIQUE BAUMGART: SUAS REALIZAÇÕES E RECORDES. UMA VIDA DEDICADA AO CONCRETO ARMADO – EDIÇÃO VEDACIT OTTO BAUMGART AS – 2005, PÁGINAS 65 – 66 – EDIÇÃO COMEMORATIVA DOS 70 ANOS DA OTTO BAUMGART INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A. CDD –620.137092.

⁴ JERWMAN, A. E. – SYMPOSIUM DE ESTRUTURAS – 1º VOLUME – TÉCNICA DO CONCRETO ARMADO E EMÍLIO BAUMGART. PROMOVIDO PELO INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA; RIO DE JANEIRO EM JULHO DE 1944.

⁵ VASCONCELOS, AUGUSTO CARLOS DE; EMÍLIO HENRIQUE BAUMGART: O CONCRETO NO BRASIL. RECORDES – REALIZAÇÕES – HISTÓRIA – 2ª EDIÇÃO BELGO-MINEIRA OTTO BAUMGART – PROJETO DE DIVULGAÇÃO CULTURAL. OUTUBRO DE 1982. PÁGINAS 44 – 45.



Vista das duas pontes sobre o Rio do Peixe (Jorge Lacerda ao fundo e a Ponte Emilio Baumgart), no ano de 1972

processo construtivo original aplicado na construção da ponte Herval foi adotado poucos anos depois em 1937 na ponte de Alveley na Inglaterra.⁶

O Engenheiro Rolf Schjodt, que trabalhava no escritório do Eng. Emilio Henrique Baumgart, na cidade do Rio de Janeiro, descreve o seguinte sobre a construção da ponte.

“A ponte do Herval em Santa Catarina, Brasil, apresenta um bom número de aspectos singulares. Em geral, o projeto é um pórtico contínuo de concreto armado, com um vão central de 224 pés (68,27m), sendo considerada a mais longa ponte do mundo em viga reta.⁷

A ponte forma uma conexão muito necessária entre a ferrovia na cidade de Herval e os distritos produtores de gado na outra margem (Joaçaba). Devido à ausência de lagos e às fortes chuvas nas montanhas costeiras, o rio está sujeito a repentinas enchentes durante todo o ano. Ocasionalmente o nível das águas sobe 10,7 metros ou mais em uma noite.⁸

Era, portanto, indispensável que algum elemento estrutural recebesse o peso do concreto fluido e o transportasse para partes já endurecidas da estrutura. Com isso, foi colocada na altura do eixo uma rótula dentro das vigas, suportadas pelos pilares em forquilhas, para permitir a passagem das vigas, que

eram apoiadas, em cada uma delas durante a construção; com isso, assegurava livre rotação da viga.

Na extremidade externa do duplo balanço, havia a possibilidade de abaixar ou levantar a viga por meio de barras com roscas, que constituíam a armadura do tirante extremo. Se o ponto extremo no meio do vão ficasse mais baixo do que o esperado, bastava enroscar a porca do outro extremo, afundando o apoio no tirante.

A parte principal da viga ficava para cima do tabuleiro para formar o parapeito de 1,10 metros; sua largura também era variável, de 30 centímetros no meio do vão a até 1,00 metro nos apoios, que aumentariam o lado externo.

Os pilares terminavam com a forma de forquilha e a viga principal se encaixaria entre seus braços, prendendo-se aos mesmos apenas por um grande pino de aço de Ø 76 mm. Os tirantes e o contrapeso do apoio externo proporcionariam o equilíbrio suficiente, evitando o tombamento. Os vãos laterais tinham, respectivamente, 23,2 metros, e de 26,2 metros. O vão central de 68,3 metros, formava um vão total de 117,70 metros. A altura das vigas no meio do vão é 1/40 do comprimento do vão. As fundações sob os pilares centrais foram assentes na rocha.

A viga principal tinha altura variável de 1,70 metros no meio do vão e até 4,10 metros nos apoios. No meio do vão, sobrava, portanto, 0,60 metro, ou seja, 1,70 – 1,10 para baixo dos passeios, com altura igual à das transversinas, a cada 3,09 metros. Foram usadas sempre tábuas de 4,50 metros. Essas tábuas, superpostas, eram escalonadas com larguras de 0,30 centímetros e, para atingir a altura máxima de 3,60 metros, seriam usadas tábuas divididas em grupos de quatro.

A terça parte das tábuas ($12/3 = 4$) terminavam exatamente na seção concretada; outro terço das tábuas se prolongava 1,5 metros além da seção, ficando 3,00 metros em contato com o concreto lançado anteriormente. O último terço se prolongava 3,00 metros em balanço, ficando apenas 1,50 metros em contato com o concreto. As doze tábuas se sucediam. Sempre que se parava a concretagem, quatro trechos concretados anteriormente possuíam alguma resistência e ainda estava em fôrmas presas ao concreto.

A terça parte mais antiga dessas fôrmas era removida, bastando para isso cortar os fios finos de Ø 1/4, que a prendiam ao concreto, sem mexer nas tábuas vizinhas; com isso, essas tábuas eram limpas e recuperadas para serem reaproveitadas novamente. Foram usadas quarenta e seis barras Ø 1/2: somente seis delas foram empregadas no vão, dezenove



Detalhe das famosas barbas que Emilio Baumgart fez na construção, deixando 5 cm em cada um dos vergalhões

⁶ VASCONCELOS, AUGUSTO CARLOS DE; EMILIO HENRIQUE BAUMGART: O CONCRETO NO BRASIL. RECORDES – REALIZAÇÕES – HISTÓRIA – 2ª EDIÇÃO BELGO-MINEIRA OTTO BAUMGART – PROJETO DE DIVULGAÇÃO CULTURAL. OUTUBRO DE 1982. PÁGINA 189 ISBN- 85-7266-009-7 – PINI EDITORA.

⁷ VASCONCELOS, AUGUSTO CARLOS DE; EMILIO HENRIQUE BAUMGART: SUAS REALIZAÇÕES E RECORDES. UMA VIDA DEDICADA AO CONCRETO ARMADO – EDIÇÃO VEDACIT OTTO BAUMGART AS – 2005, PÁGINA 49 – EDIÇÃO COMEMORATIVA DOS 70 ANOS DA OTTO BAUMGART INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A. CDD -620.137092.

⁸ SCHJÖDT, R. LONG RIGID-FRAME BRIDGE ERECTED BY CANTILEVER METHOD. ENGINEERING NEWS RECORD – 6 AGOSTO 1931 DO ENGENHEIRO NORUEGUÊS ROLF SCHJÖDT

barras usadas nos apoios e duas no vão, sendo elas barras de compreensão.

As gravatas de uma viga eram ligadas com as da outra viga paralela por meio de vigas de peroba de 15 x 23 cm, que também serviam para suportar o tabuleiro entre as vigas. As gravatas das vigas principais, das duas faces, são ligadas umas com as outras por intermédio de arame de \varnothing 3 mm, para assegurar a espessura constante do concreto.

As armaduras teriam sido previamente enroscadas, ligadas aos estribos e colocadas às armaduras finas suplementares, que Baumgart chamava de “barbas”, para ligar o concreto velho com o novo. O espaço entre cada barra era de 0,5 centímetros.

HISTÓRICO DA PONTE EMÍLIO BAUMGART

No dia 24 de Outubro de 1930, foi inaugurada a ponte Herval, que por sua vez, entraria para a história definitivamente como a primeira ponte em concreto armado do mundo, com 68 metros e sem escoramentos. A ponte fez parte do seleto grupo dos livros, artigos, revistas de diversas partes do mundo.⁹

Um fato inusitado que aconteceu no dia da inauguração da ponte foi que as autoridades convidadas ao evento não compareceram (prefeitos, coronéis, políticos, entre outros, inclusive o idealizador do projeto, o senhor Emílio Henrique Baumgart), por estarem de “sobre aviso” por causa da Revolução de Trinta. Certamente, dado o envolvimento de Washington Luiz na construção, ele mesmo teria todo interesse em se fazer presente, não fosse a instabilidade política no momento.

Durante o mês de Outubro, a situação política era duvidosa. Havia a revolução em andamento, mas não se sabia como ia acabar, se com a vitória ou a derrota dos partidários de Getúlio Vargas. Getúlio Vargas, por sua vez, juntamente com alguns



Início da construção da Ponte Emilio Baumgart, com a presença dos engenheiros responsáveis pela obra

aliados de seu exército não ultrapassaram a cidade de Itararé na divisa entre Paraná e São Paulo, até o final da revolução.

Nesse dia, coube aos padres e freiras o privilégio de inaugurar a tão sonhada ponte: todas as pessoas presentes passaram rezando (fazendo uma procissão), por dois motivos: para que, cessasse a Revolução de Trinta; para que através daquela magnífica obra-prima, as pessoas comessem a ter “uma nova vida” e obter grandes sucessos, pois teriam oportunidades de comprar e vender não somente em seu município, mas também nos municípios vizinhos.

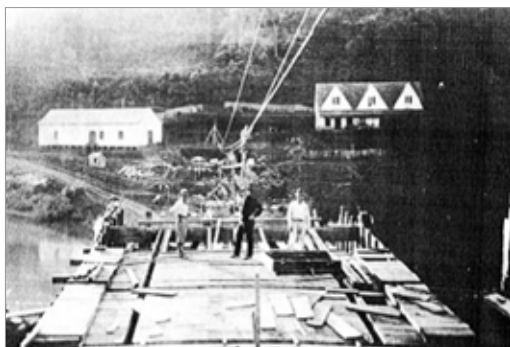
No dia 24/11/1930, a ponte foi “reinaugurada”, desta vez com sobre-carga total. Coincidência ou não, as tropas que participaram da revolução estavam voltando da batalha e retornando para sua cidade de origem, de modo que, alguns representantes do poder militar (coronéis, soldados) participaram dessa reinauguração da ponte.

Durante muito tempo, a Ponte Herval foi uma das principais ligações entre os municípios de Herval d’Oeste e Joaçaba e também entre o esquecido oeste ao restante do Estado de Santa Catarina. A ponte foi uma notável obra da engenharia

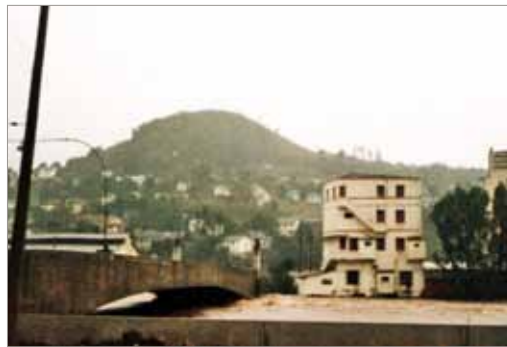


Fase da construção onde as partes da Ponte Emilio Baumgart são unidas em seu meio

⁹ BRIDGE ENGINEERING: A GLOBAL PERSPECTIVE; (LEONARDO FERNÁNDEZ TROYANO, PÁGINA 368). ISBN 0-7277-3215-3; PRESTRESSED CONCRETE BRIDGES (CHRISTIAN MENN, PÁGINA 24). ISBN 3-7643-2414-7; BRÜCKEN DIE ENTWICKLUNG DER SPANN WEITEN UND SYSTEM (SIEM EWERT, PÁGINA 211). ISBN; 3-433-01612-7- SCHÖDT, R. LONG RIGID-FRAME BRIDGE ERECTED BY CANTILEVER METHOD. ENGINEERING NEWS RECORD - 6 AGOSTO 1931 DO ENGENHEIRO NORIEGUES ROLF SCHÖDT.



Funcionários posam para foto sobre a Ponte Emilio Baumgart em processo de construção



Momentos antes da queda da Ponte Emilio Baumgart, bem como do prédio ao seu lado, logo depois

moderna. Seu idealizador destacou-se pela engenhosidade, adaptando-a as características fisiográficas da região, principalmente ao elevado índice pluviométrico que colocava o Rio do Peixe fora de seu leito normal. A construção é um marco da engenharia estrutural por aplicar os princípios de pontes metálicas em concreto armado.

A ponte Herval, teve dois momentos distintos na qual sua fama “correu” o Brasil e mundo: o primeiro momento foi através de sua grandeza, imponência, exuberância e recordes; o outro momento foi trágico, no dia 07 de julho de 1983, ocorreu sua queda através da grande enchente ocorrida no vale do Rio do Peixe.

Inicialmente, a ponte sobre o Rio do Peixe, era conhecida como ponte do Herval, que teve grande repercussão, por ter sido reconhecida como a primeira ponte com o maior vão livre do mundo, obtendo assim, o recorde mundial. Dois anos após a construção, em 1932, para ser mais exato no dia 23 de maio, a vila Herval como era carinhosamente conhecida, sofreu com uma grande inundação. No dia 28 de Junho de 1939, ocorreu outra grande enchente que amedrontou as famílias que moravam às margens do Rio do Peixe.

A ponte Herval foi projetada em um formato de curva, pois, mesmo com a elevação máxima acima do nível normal (onze metros), as águas não conseguiria ultrapassar o limite da ponte. Nos anos de 1960 e 1975, houve outras inundações sem muitos estragos aparentemente para a cidade ou para a estrutura da Ponte.

Com o passar dos anos, as construções se multiplicaram, foram feitas novas ruas, avenidas e até um deslocamento expressivo do Rio do Tigre, com aproximadamente 20% do seu leito normal cedendo espaços para as novas

construções. No ano de 1975, nas margens do Rio do Peixe (Joaçaba), deu-se início a uma construção que seria um dos principais fatores para a queda da ponte tempo depois.

O Ministério Público de Joaçaba, entrou com uma ação civil pública (2010), que busca a demolição do Edifício nas margens do Rio do Peixe, após constatação que o leito original do Rio do Tigre foi alterado em sua foz para a construção do prédio.

Com a redução do leito do rio, houve um aumento no volume das águas, na qual “forçou” sua velocidade e conseqüentemente a sua elevação. A enchente ocorrida no dia 07 de Julho 1983 foi a mais trágica da história, pois, causou a destruição de muitas casas, empresas, pontes, entre elas estava o monumento histórico da engenharia mundial, a Ponte Emilio Baumgart. (Quem mudou o nome da ponte do Herval para Ponte Emilio Baumgart foi o Interventor Federal em Santa Catarina no Governo Getúlio Vargas, o Sr. Nereu de Oliveira Ramos), porém isso aconteceu após a morte do engenheiro e idealizador do projeto, no ano de 1943. Algumas autoridades relacionam a queda da ponte como “algo criminoso”, pois, em ambos os lados da estrutura, foram construídas edificações que seriam contrárias às leis ambientais.

Cada minuto era uma eternidade, pois as águas do Rio do Peixe não paravam de subir. A ponte começou a “sofrer” danificações em sua estrutura, por causa da grande quantidade de destroços, que vinha sendo arrastada de uma forma aterrorizante pela força das águas.

As autoridades, temendo o pior, interditaram a segunda ponte (Jorge Lacerda), ficando as duas cidades (Herval d’Oeste / Joaçaba) ilhadas literalmente, sendo o único meio de acesso para ambas às cidades um trajeto de 16 km longe do centro das cidades.

Na madrugada do dia 08 de julho de 1983, as pessoas que estão acompanhando o desfecho da situação ouviram um estouro, uma explosão, um clarão apareceu na noite chuvosa, as ligações de energia e de telefone foram arrancadas (pois, as mesmas estavam na lateral da ponte). A fundação foi solapada, começa a ficar mais crítica a situação da Ponte.

“A ponte caiu... A ponte caiu” exclamou aquela multidão. Foi uma questão de segundos para ver o seu bem maior ser destruído e engolido pelas águas. A ponte suportou várias enchentes e permaneceu em pé durante 53 anos até ser destruída por essa enchente que devastou e arrasou a cidade e seus arredores.

Referências Bibliográficas

- [01] Vasconcelos, Augusto Carlos de; Emilio Henrique Baumgart: suas realizações e recordes. Uma vida dedicada ao concreto armado – Edição Vedacit Otto Baumgart AS – 2005, Páginas 52, 53, 54, 55.
- [02] Vasconcelos, Augusto Carlos de; Emilio Henrique Baumgart: O Concreto no Brasil. Recordes – Realizações – História – 2ª Edição Belgo-Mineira Otto Baumgart – Projeto de Divulgação Cultural. Outubro de 1982. Pg. 189
- [03] BAUMGARTEM, Cristina (2001). Emilio Henrique Baumgart, O pai do concreto armado - Um resgate. Pg. 25
- [04] Artigo “Long Rigid-Frame Bridge Erected by Cantilever Method” do Engenheiro Rolf Schjodt, publicado na revista Engineering News Record - 6 Agosto 1931.
- [05] Luiz, Eder. Ministério Público pede a demolição do centro comercial Bragagnolo. Área teria sido construída sobre a foz do Rio do Tigre. Disponível em http://www.ederluiz.com/arquivos_internos/?abrir=noticias&acao=conteudo&cat=12&id=1977 acesso 03/06/2011 às 15:00 horas
- [06] Thomaz, Eduardo Christo Silveira; Engenheiro Emilio Baumgart: Ponte sobre o Rio do Peixe. Disponível em <http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/> acesso em 05/02/2009 às 08:00 horas ●

A casa do Concreto Dosado em Central



PAREDE DE CONCRETO



PISO ESTAMPADO



CONCRETO PERMEÁVEL



CONCRETO AUTOADENSÁVEL



HÉLICE CONTÍNUA



PAREDES DE CONCRETO

Construtora Camargo Corrêa adota sistema de gestão online de resíduos para aumentar a reciclagem nas obras

A partir de um sistema de gestão eficiente e inovador, a Construtora Camargo Corrêa conseguiu destinar à reciclagem 42% dos resíduos gerados em suas obras no ano passado. Ao todo, a empresa promoveu a reutilização de aproximadamente 56 mil toneladas de resíduos – materiais que, de outra maneira, seriam destinados a aterros ou a empresas licenciadas.

“Um dos grandes desafios do setor de construção pesada nos últimos anos é conciliar a execução de grandes projetos e empreendimentos com as condições que levam a um desenvolvimento sustentável. Foi pensando em vencer esse impasse que a Construtora Camargo Corrêa desenvolveu uma série de alternativas para buscar padrões sustentáveis de produção”, afirma Kalil Farran, gerente de Sustentabilidade da Camargo Corrêa.

Entre as ações adotadas pela empresa em seus canteiros está a instalação de centrais de triagem e compostagem, de áreas especiais para armazenamento temporário dos resíduos, de

coletores para coleta seletiva e parcerias com prefeituras e cooperativas de catadores, além de recolhimento de óleo de cozinha e tratamento dos efluentes das obras.

Na Usina Hidrelétrica de Jirau, localizada a 150 km de Porto Velho (RO), as dificuldades de logística e a oferta reduzida de empresas licenciadas que fazem a destinação dos resíduos fizeram com que a Camargo Corrêa optasse por tratá-los no próprio canteiro. Para isso, a empresa adquiriu equipamentos como o britador de resíduos para concreto, o picotador de madeira e o incinerador de resíduos perigosos. Isso é importante para não sobrecarregar os aterros existentes nas cidades onde estão as obras.

Outra ação desenvolvida pela área de meio ambiente da empresa é a Bolsa de Resíduos, sistema eletrônico desenvolvido que visa sistematizar o processo de gestão de resíduos. Por meio dele, as equipes de diversas obras

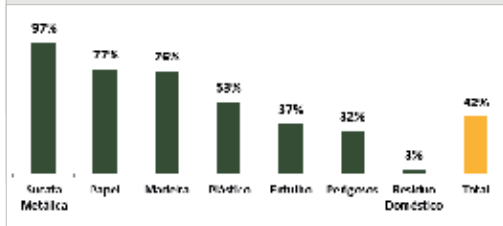
podem informar em tempo real quais são os materiais que sobram e receber ofertas para sua comercialização, doação ou tratamento final. Entre os materiais cadastrados na Bolsa estão restos de óleo,



bateria, pneus, papel, plástico, madeira, cinzas, concreto, sucatas metálicas e demais resíduos. Compradores e processadores distribuídos por todo o país, cadastrados e habilitados legal e ambientalmente, têm acesso aos resíduos e fazem a oferta online.

Em Jirau, por exemplo, são gerados 80 mil copos plásticos por dia. Por meio da Bolsa de Resíduos, a construtora encontrou uma empresa que busca os copos em Rondônia para reciclá-los em São Paulo. O Consórcio Refinaria do Nordeste (RNEST), em Pernambuco, passou a controlar e gerenciar todo o processo, que era terceirizado, proporcionando ganho ambiental. Já o consórcio Ferrosul investiu no âmbito social e toda a renda gerada com a comercialização dos resíduos sólidos será revertida em ações sociais. Na Páscoa deste ano, foi realizada a primeira ação com a renda

Figura 1 – Resíduos destinados à reciclagem – 2011



receita por meio da ação é uma consequência. Buscamos reduzir a geração dos resíduos, minimizar os custos e beneficiar tanto a obra quanto as comunidades do entorno”, explica Ricardo Sampaio Fernandes, coordenador de Meio Ambiente da construtora.

Segundo Fernandes, esse programa cria um diferencial competitivo no gerenciamento estratégico de resíduos nas obras, atende à nova Política Nacional de Resíduos Sólidos a partir da logística reversa, gera receita com a comercialização e reduz custo na destinação dos materiais a coprocessamentos. ●

da Bolsa de Resíduos: uma oficina de chocolate para 250 crianças carentes de Santa Helena do Goiás.

Até o final do ano, as mais de 20 obras da Camargo Corrêa estarão cadastradas na Bolsa de Resíduos. “O aumento da

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



CURITIBA / PR



FLORIANÓPOLIS / SC



PORTO ALEGRE / RS



RIO DE JANEIRO / RJ



MONTE MOR / SP

SEGURANÇA, CONFIANÇA E PONTUALIDADE.
QUALIDADES QUE SÓ A CASSOL PRÉ-FABRICADOS PODE PROPORCIONAR.

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

Cassol, constrói o presente e molda o futuro.



CASSOL
PRÉ-FABRICADOS

Nossas Fábricas:

SC . Tel. (48) 3381 5900

RJ . Tel. (21) 2682 9400

www.cassol.ind.br

PR . Tel. (41) 3641 5900

RS . Tel./Fax (51) 3462 5900

SP . Tel./Fax (19) 3879 8900

comercial@cassol.ind.br

Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio

ALIO ERNESTO KIMURA – ENGENHEIRO

SECRETÁRIO DA COMISSÃO DE ESTUDOS CE 02:124.15

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT publicou, em 26 de abril último, a norma ABNT NBR 15200:2012 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio, que revisa a ABNT NBR 15200:2004 e tem validade a partir de 26/05/2012.

Essa norma estabelece critérios de projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio e a forma de demonstrar o seu atendimento conforme requisitos de resistência ao fogo estabelecidos pela ABNT NBR 14432:2001.

O trabalho de revisão dessa norma se iniciou há alguns anos por um grupo de estudos organizado pela ABECE e que foi formalizado em agosto de 2010 como Comissão de Estudo de Estruturas de Concreto – Projeto e Execução - (CE 02:124.15), do Comitê Brasileiro da Cons-

trução Civil – (ABNT/CB-02), sob a coordenação do Eng^o Roberto Dias Leme.

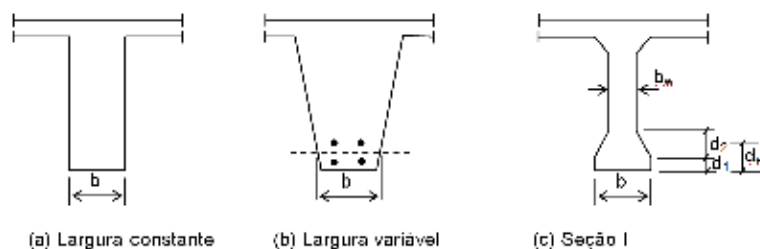
Nos itens a seguir, são apresentadas as principais novidades da ABNT NBR 15200:2012.

1. SEÇÕES E ANEXOS

O novo texto está subdividido nas mesmas seções da norma antiga, porém o mesmo aumentou de tamanho. Agora são 48 páginas ao invés das 17 páginas da versão anterior. Foram adicionados seis anexos normativos e um anexo G informativo. São eles:

- Anexo A – Método do tempo equivalente;
- Anexo B – Diagrama tensão-deformação do concreto;
- Anexo C – Propriedades térmicas do concreto;
- Anexo D – Diagrama tensão-deformação do aço;

Figura 1 – Definição das dimensões de vigas



Definição das dimensões para diferentes tipos de seção transversal de vigas

Tabela 1 – Dimensões mínimas para lajes nervuradas armadas em uma só direção^a

TRRF min	Nervuras Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm	
	1	2
30	80/25	100/20
60	100/45	120/40
90	130/60	150/50
120	160/65	220/50
180	220/80	-

^a Os valores de c_1 indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c_1 para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10mm para barras e 15mm para fios e cordoalhas.

- Anexo E - Método tabular geral para o dimensionamento de pilares;
- Anexo F - Fluxo de calor;
- Anexo G - Gráficos para pilares com mais de uma face exposta ao fogo.

2. DÚVIDAS FREQUENTES

Alguns pontos presentes no antigo texto que frequentemente geravam dúvidas passaram a ser apresentados de forma mais clara. Alguns exemplos:

- Não há limitações na espessura de lajes em ambientes não compartimentados;
- Não há limitações na distância entre o eixo da armadura longitudinal negativa e a face do concreto exposta ao fogo (c_1) em qualquer caso;
- É permitida a interpolação linear para obtenção de valores intermediários no Método Tabular;
- Nova figura que esclarece como definir a dimensão b para vigas com diferentes tipos de seção transversal, conforme ilustrado na Fig. 1.

3. MÉTODO TABULAR

Dentre os diversos métodos de cálculo presentes na norma, o Método Tabular é o mais usual na prática de projetos, principalmente pela sua simplicidade de aplicação. Na antiga ABNT NBR 15200:2004, eram dispostas nove ta-

belas, sendo quatro para lajes, duas para vigas e três para pilares/tirantes, todas elas para um TRRF (Tempo Requerido de Resistência ao Fogo) até 120 minutos.

Na ABNT NBR 15200:2012, são especificadas dez tabelas, sendo seis para lajes, duas para vigas e duas para pilares/tirantes. A novidade é que todas as tabelas abrangem um TRRF até 180 minutos. Os valores de dimensões mínimas para TRRF igual ou inferior 120 minutos das tabelas existentes na norma antiga praticamente foram inalterados. Há uma nova tabela específica para lajes nervuradas armadas em uma só direção, conforme apresentada na Tabela 1.

3.1 REVESTIMENTOS

Na norma antiga, não havia limitações no uso de revestimentos para qualquer caso. Na ABNT NBR 15200:2012, não é permitida a consideração do revestimento na determinação das dimensões mínimas da seção transversal de pilares e lajes lisa ou cogumelo. Para outros elementos, não há essa restrição.

3.2 REDUÇÃO DE c_1

Em certos casos, foi definida a possibilidade de redução da distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face exposta ao fogo (c_1), pelo valor de Δc_1 , de acordo com as relações $S_{d,h}/S_d$ e $A_{s,calc}/A_{s,ef}$, conforme a equação 1.

$$\Delta c_1 = 24,5 - 35 \times \frac{S_{d,h}}{S_d} \times \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \quad (\Delta c_1 \text{ em mm}) \quad [1]$$

sendo

$S_{d,h}$ a solicitação de cálculo em situação de incêndio;

S_d a solicitação de cálculo à temperatura ambiente;

$A_{s,calc}$ a armadura necessária calculada;

$A_{s,ef}$ a armadura efetivamente detalhada.

4. PILARES

A verificação de pilares em situação de incêndio foi um dos itens mais discutidos durante a elaboração do texto pela comissão de estudos. Houve um esforço e uma atenção grande no sentido de buscar uma adequação dentro da prática atual de

projetos, sempre procurando manter o patamar de segurança requerido (condição ELU) e baseando em teorias fundamentadas.

Na antiga ABNT NBR 15200:2004, pelo Método Tabular, havia uma única tabela para pilares em que eram especificadas dimensões mínimas, b_{min} e c_{1min} , de acordo com os valores da relação entre a força normal solicitante de cálculo em situação de incêndio e a força normal resistente de cálculo à temperatura ambiente, $\mu_n = N_{sd,fi} / N_{Rd}$, para elementos com uma ou mais faces expostas ao fogo. A consideração do revestimento não tinha limitações.

Na nova ABNT NBR 15200:2012, ainda pelo Método Tabular, manteve-se a tabela apenas para pilares com uma face exposta ao fogo. Para pilares com mais de uma face exposta ao fogo, a tabela foi substituída por um método analítico, cuja formulação havia sido adotada na dedução dos valores tabelados da norma antiga. A diferença é que agora as variáveis presentes nessa formulação podem ser definidas estritamente de acordo com as características do elemento analisado, ao invés de se impor valores conservadores como havia sido feito na obtenção da tabela da norma anterior.

Esse novo método analítico se baseia na equação apresentada a seguir (equação 2), que é a mesma presente no Eurocode 2 Part 1-2, na qual o Tempo de Resistência ao Fogo (TRF) obtido deve ser igual ou superior ao TRRF.

$$TRF = 120 \left(\frac{R_a + R_s + R_L + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8} \quad [2]$$

Onde

$$R_\mu = 83 (1 - \mu_n)$$

$$R_a = 1,60 (c_1 - 30), c_1 \text{ em mm}$$

$$R_\tau = 9,60 (5 - \ell_{ef,n})$$

$$R_b = 0,09 b' \text{ para } 190 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}$$

$$R_b = 40,5 \text{ para } b' > 450$$

$$R_n = 0 \text{ para } n = 4$$

$$R_n = 12 \text{ para } n > 4$$

$\ell_{ef,n}$ é o comprimento equivalente do pilar em situação de incêndio, em metros

$$b' = 2 A_c / (b+h) \text{ para } h \leq 1,5 b$$

$$b' = 1,2 b \text{ para } h > 1,5 b$$

A_c é a área da seção transversal do pilar, expressa em milímetros quadrados

b é a menor dimensão da seção transversal do pilar, expressa em milímetros

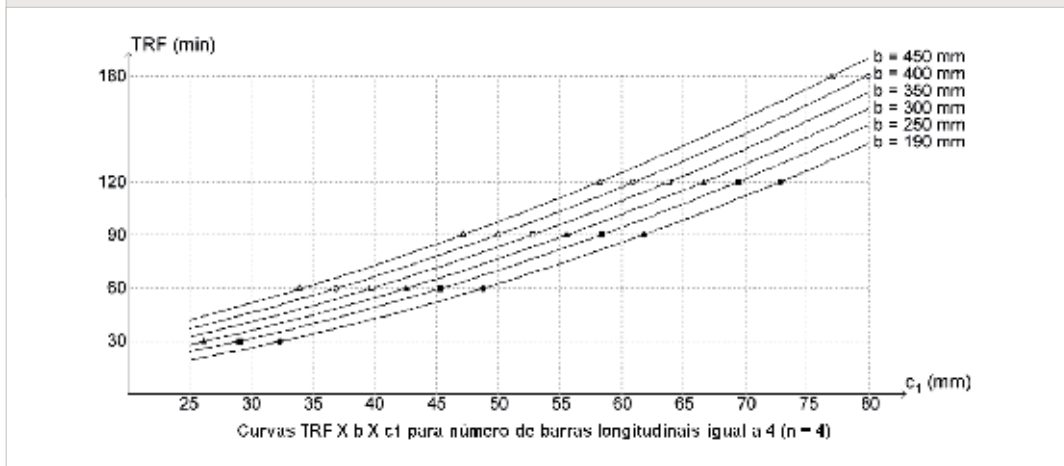
h é a maior dimensão da seção transversal do pilar, expressa em milímetros

n é o número de barras longitudinais

O uso dessa formulação tem limitações, sendo uma delas a excentricidade (e), que deve ser inferior ou igual a $0,15b$. Para pilares com excentricidades superiores a esse valor, há nove tabelas disponíveis no Anexo E Método tabular geral para dimensionamento de pilares.

No Anexo G, de caráter informativo, são apresentados dois gráficos construídos a partir da formulação do método analítico descrito anteriormente. Veja, na Fig. 2, o exemplo

Figura 2 – Curvas TRF x b x c1 para pilares



de um deles, válido o número de barras longitudinais (n) igual a quatro.

É importante ressaltar que a consideração do revestimento em pilares ainda é permitido pela nova norma, seja no método analítico como no método tabular geral, porém apenas para os valores de c_1 . Para os valores da dimensão da seção transversal (b), isso não é possível, uma vez que os mesmos são verificados a partir de critérios de resistência (o revestimento não pode ser considerado como seção resistente).

5. MÉTODO DO TEMPO EQUIVALENTE

No Anexo A da ABNT NBR 15200:2012, está definido o Método do Tempo Equivalente, cuja formulação pode reduzir as exigências (TRRF) em muitos casos. Essa redução está limitada em até 30 minutos em relação ao valor obtido pela Tabela A.1 da ABNT NBR 14432:2001.

6. CONCLUSÃO

Além da atualização decorrente dos avanços tecno-

lógicos provenientes de pesquisas estrangeiras e brasileiras na área da segurança em incêndio, a Comissão de Estudos procurou ajustar alguns procedimentos presentes na ABNT NBR 15200:2012 à prática de projetos, assegurando sempre o nível de segurança exigido.

Como resultado, espera-se que o pleno atendimento de todas as prescrições da nova norma, em média, não gere alterações significativas de mercado, como, por exemplo, quanto ao consumo de materiais, aço e concreto.

É importante ressaltar que, além dos diversos métodos especificados na ABNT NBR 15200:2012, dentre eles, o Método Tabular, o Método Avançado e o Método Experimental, para situações não cobertas pela mesma ou cobertas de maneira simplificada, a nova norma permite que o responsável técnico pelo projeto adote procedimentos ou normas internacionais aplicáveis aceitos pela comunidade tecnocientífica, desde que seja devidamente demonstrado o atendimento ao nível de segurança requerido. ●



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

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

CIMPOR: Produtos para toda vida.



www.cimpor.com.br



A Norma brasileira ABNT NBR 15146:2011 – Parte 2 Pavimento de concreto

FABIOLA RAGO BELTRAME – GERENTE TÉCNICA

KARINA RAGO – GERENTE DA QUALIDADE

NQCP – NÚCLEO DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL

SIMÃO PRISZKULNIK – PROFESSOR

UNIVERSIDADE MACKENZIE

1. INTRODUÇÃO

laboratórios de Controle Tecnológico do Concreto e Obras de grande porte demonstraram ao longo dos anos uma preocupação com a mão de obra para a realização deste controle, tanto nos laboratórios quanto nas obras. Os equipamentos são calibrados, os laboratórios acreditados pelo INMETRO, mas, muitas vezes, a mão de obra não é qualificada, o que pode implicar em variações nos resultados.

Ibracon, Petrobrás, Laboratórios, Construtoras e todo o setor envolvido com estas atividades elaboraram a Norma ABNT NBR 15146, com o objetivo de definir quais as categorias e as atividades que os profissionais ligados a esta área deveriam demonstrar conhecimento e habilidade. Em 2004, esta Norma foi publicada e, então, começaram os trabalhos para a qualificação e certificação da mão de obra envolvida com o Controle Tecnológico do Concreto.

Em Outubro de 2008, foi concedida pelo INMETRO a acreditação do IBRACON-NQCP como Organismo de Certificação de Pessoal – “OPC 010” e, então, este processo, que só era realizado pelo SEQUI (Petrobrás), passou a ser realizado por um organismo de terceira parte e profissionais começa-

ram a obter sua certificação, após passar por processos de avaliação de sua qualificação.

Os técnicos do setor envolvidos neste processo, seja pela participação no Conselho de Certificação, seja pela participação no Comitê Técnico de Controle Tecnológico do Concreto (CTC), foram identificando alguns problemas em alguns itens da ABNT NBR 15146, o que motivou o IBRACON a solicitar a revisão da Norma ao ABNT/CB-18 (Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Em fevereiro de 2010 a Comissão de Estudos (CE 18:300.01) responsável pela revisão da Norma foi aberta. Em janeiro de 2011 a ABNT NBR 15146-1:2011-Controle tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal – Requisitos gerais foi publicada. Agora, em dezembro de 2011, a Parte 2, que trata dos Pavimentos de Concreto (ABNT NBR 15146-2), também foi publicada. Esta nova versão contou com o empenho de vários técnicos do setor que discutiram amplamente as necessidades do mercado atual.

O Projeto de Norma da Parte 3, específico para os Pré-moldados de Concreto, encontra-se em fase de encaminhamento para Consulta Nacional com previsão de publicação ainda em 2012.



2. A ABNT NBR 15146-2 CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO – QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL – PAVIMENTOS DE CONCRETO

A Norma ABNT NBR 15146:2004 era formada de uma única Parte, mas as discussões da CE mostraram que alguns serviços na construção civil são específicos e sua execução merece um controle específico.

Foram criadas as Partes para serviços específicos. A ABNT NBR 15146, sob o título geral “Controle tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Requisitos gerais
- Parte 2: Pavimentos de concreto
- Parte 3: Pré-moldados de concreto
- Parte 4: Concreto compactado com rolo (CCR)
- Parte 5: Concreto massa

Dando continuidade aos trabalhos, a Parte 2 trata especificamente dos requisitos exigíveis para qualificação de inspetor envolvido na execução das atividades de controle da qualidade relativo à placa do pavimento de concreto de cimento Portland.

Os termos e definições foram discutidos como um todo e a definição da categoria Inspetor ficou mais precisa, conforme segue:

INSPETOR DE PAVIMENTO DE CONCRETO

Profissional apto a analisar e avaliar os resultados dos ensaios discriminados no anexo A da Norma em questão, nos limites de aceitação estabelecidos pelas respectivas normas técnicas, e a realizar todas as inspeções abrangidas

no planejamento e execução do pavimento de concreto de cimento Portland, conforme a seguir:

- Materiais componentes do concreto: recebimento e armazenamento.
- Concreto: recebimento, amostragem, lançamento, adensamento e cura.
- Fôrmas: verificação do tipo, do posicionamento (alinhamento e nivelamento) e das dimensões.
- Armaduras: verificação da quantidade, dimensões (diâmetros e comprimentos), posicionamento e cobrimentos.
- Controle do processo de execução do pavimento de concreto: avaliação do acabamento superficial, corte de juntas, ensaios de verificação da quantidade e demais elementos para a execução adequada do pavimento.

Para as categorias auxiliar, laboratorista I e II e tecnologista, aplicam-se as disposições estabelecidas na ABNT NBR 15146-1 (*ver artigo sobre a parte I da Norma na edição 61 da revista CONCRETO & Construções*).

Para esta Parte da Norma, os requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional são apresentados apenas para Inspetor e possuem as mesmas exigências da Parte 1. A Tabela 1 apresenta os requisitos mínimos atualmente especificados na Norma.

Utilizando os mesmos critérios da Parte 1, a recomendação de treinamento foi mantida. A Parte 2 desta Norma recomenda que a qualificação seja baseada nos tópicos da Tabela 2, compatibilizada com o grupo de atividades da categoria, isto é, as normas específicas de cada atividade também devem ser objeto de treinamento.

No item “Qualificação” a Parte 2, diferente da Parte 1, deixa claro que o profissional deve ser qualificado conforme

Tabela 1 – Requisitos mínimos de escolaridade / experiência profissional

Categoria	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Inspetor ^a	Graduados e estudantes em engenharia civil, arquitetura e tecnologia em construção civil a e um ano de experiência na atividade	Técnico em edificações (ensino profissionalizante técnico em construção civil) e dois anos de experiência na atividade	Ensino médio e três anos de experiência na atividade

^a Os candidatos devem apresentar comprovação de conclusão das disciplinas “Resistência dos Materiais” e “Materiais de Construção”.

Tabela 2 – Programa básico de treinamento

Item	Assunto
1	<p>Conceitos básicos</p> <p>Segurança do trabalho (Normas Regulamentadoras-NR) Uso de equipamentos de proteção individual (EPI) Metrologia e calibração de equipamentos Noções básicas de matemática / cálculo (média, desvio padrão, volume, área, densidade, consumo) Manuseio de equipamentos de medição em laboratórios Noções de acreditação, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025 Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) (termos básicos) Regras para arredondamento e Algarismos significativos Meio ambiente e responsabilidade social</p>
2	<p>Materiais componentes do concreto, propriedades do concreto fresco e endurecido, controle de produção, aplicação e inspeção</p> <p>Conforme tabelas por grupo de atividades do Anexo A</p>
3	<p>Pavimento de concreto de cimento Portland</p> <p>Preparação inicial para concretagem da placa de pavimento Recebimento, amostragem, lançamento e distribuição (descaregamento e espalhamento) Adensamento do concreto (realizado pela pavimentadora ou régua vibratória e vibradores de imersão, dependendo do processo) Nivelamento da camada de concreto Acabamento superficial (planicidade da superfície) Texturização (verificar o equipamento a ser utilizado e posterior ensaio de mancha de areia) Proteção e cura (avaliação da aplicação do agente de cura) Corte e selagem de juntas (controle do tempo de corte) Conforto de rolamento</p>

todos os grupos de atividades, de acordo com as tabelas Anexo A, onde as siglas têm o seguinte significado:

- EX – Executa a atividade ou o ensaio e preenche formulários com as devidas informações, sem efetuar qualquer cálculo;
- CA – Efetua cálculos, tomando como base as informações constantes nos formulários;
- CP – Coordena processos de inspeção ou ensaio, amostragem, quantidade de ensaios, periodicidade;
- AR – Avalia os resultados, com base nos limites de aceitação ou representatividade dos resultados.

Os “Grupos de atividades dos profissionais de controle tecnológico de concreto”, definidos no Anexo A, para esta Parte 2, estão voltados especificamente para o pavimento

de concreto de cimento Portland. Foram avaliadas as normas técnicas que envolvem o assunto (Tabelas A).

A Comissão de estudos (CE) continua se reunindo mensalmente para elaboração das demais Partes previstas para esta Norma e outras podem surgir de acordo com a necessidade do mercado. Atualmente, estamos finalizando a Parte 3, específica para concreto pré-moldado.

Com o conjunto completo publicado nos próximos um ou dois anos acreditamos que, no setor, ocorrerá um grande avanço na capacitação da mão de obra e que as empresas terão em mãos um guia para o estabelecimento de cargos e funções na área de Controle Tecnológico de Concreto.



Tabela A.1 – Materiais componentes (agregados, cimento, água, aditivos, adições e aço)

Norma	Assunto	Inspetor
ABNT NBR 5732	Cimento portland comum	AR
ABNT NBR 5733	Cimento portland de alta resistência inicial	AR
ABNT NBR 5735	Cimento portland de alto-forno	AR
ABNT NBR 5736	Cimento portland pozolânico	AR
ABNT NBR 5737	Cimento portland resistente a sulfatos	AR
ABNT NBR 5741	Cimento Extração de amostras	CP-AR
ABNT NBR 7211	Agregados para concreto Especificação	AR
ABNT NBR 7480	Aço destinado a armaduras para concreto armado Especificação	CP-AR
ABNT NBR 7482	Fios de aço para concreto protendido Especificação	CP-AR
ABNT NBR 7483	Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido (amostragem)	CP-AR
ABNT NBR 11578	Cimento portland composto	AR
ABNT NBR 11768	Aditivos para concreto (amostragem e especificação)	CP-AR
ABNT NBR 12653	Materiais pozolânicos Especificação	CP-AR
ABNT NBR 13956	Sílica ativa para uso com cimento portland	CP-AR
ABNT NBR 15530	Fibras de aço para concreto	CP-AR
ABNT NBR 15894-1	Metacaulim para uso com cimento portland	CP-AR
ABNT NBR 15900	Água para amassamento do concreto	CP-AR
Partes 1, 2 e 3		
ABNT NBR NM 26	Agregados Amostragem	CP-AR
ABNT NBR NM 27	Agregados Redução da amostra de campo	CP-AR
ASTM C 1116	Standard specification for fiber-reinforced concrete (aço, vidro, sintética)	CP-AR

Tabela A.2 – Calda para injeção em bainhas de protensão

Norma	Assunto	Inspetor
ABNT NBR 7681	Calda de cimento para injeção – Especificação	CP-AR
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto – Procedimento (Anexo B, excetuando-se B.4)	EX-CP-AR
ABNT NBR NM 19	Cimento portland Análise química Determinação de enxofre na forma de sulfeto	AR

Tabela A.3 – Fôrmas e armaduras

Norma	Assunto	Inspetor
DNIT 047-ES	Pavimento rígido Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte	AR
DNIT 048-ES	Pavimento rígido Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho	AR
DNIT 049-ES	Pavimento rígido Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-deslizante	AR
Conforme projeto do pavimento	Leitura do projeto para avaliação de formas, armaduras, barras de ligação e barras de transferência	AR

Tabela A.4 – Concreto fresco (CFR)

Norma	Assunto	Inspetor
ABNT NBR 5738	Moldagem e cura de corpos de prova	CP-AR
ABNT NBR 9833	Massa específica / ar incorporado	AR
ABNT NBR 12655	Preparo, controle e recebimento de concreto	CP-AR
ABNT NBR 15558	Concreto – Determinação da exsudação	AR
ABNT NBR NM 9	Concreto – Determinação do tempo de pega	AR
ABNT NBR NM 33	Concreto Amostragem	CP-AR
ABNT NBR NM 47	Concreto – Determinação do teor de ar – método pressométrico	AR
ABNT NBR NM 67	Concreto – Determinação do abatimento pelo tronco de cone	CP-AR
DNIT 064-ME	Pavimento rígido Consistômetro VeBe	CP-AR

Tabela A.5 – Concreto Endurecido (CEN)

Norma	Assunto	Inspetor
ABNT NBR 5739	Concreto Compressão de corpos de prova	AR
ABNT NBR 7222	Concreto – Determinação da tração por compressão diametral	AR
ABNT NBR 7680	Concreto – Extração, preparo e ensaio de testemunhos	CP-AR
ABNT NBR 8802	Concreto Endurecido Propagação de onda ultra-sônica	AR
ABNT NBR 9778	Concreto Endurecido – Determinação da absorção de água, índice de vazios, massa específica	AR
ABNT NBR 9779	Concreto Endurecido – Determinação da absorção de água por capilaridade	AR
ABNT NBR 12142	Concreto – Determinação da resistência tração na flexão	AR
DNIT 053-ME	Pavimento Rígido Determinação da retração do concreto por secagem	AR

Tabela A.6 – Pavimento de Concreto (PAV)

Norma	Assunto	Inspetor
ABNT NBR 7583	Execução Pavimento de concreto Procedimento	EX-CP-AR
ASTM C 309	Agente de cura	AR
ASTM E 965	Mancha de areia	CP-AR
DNIT 046-EM	Pavimento Rígido – Selante de juntas Especificação de materiais	CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Verificação da espessura das placas	EX-CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Posicionamento das juntas transversais e logitudinais	EX-CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Verificação da profundidade de corte das juntas logitudinais e transversais	EX-CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Posicionamento e especificação das barras de transferência	EX-CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Posicionamento e especificação das barras de ligação	EX-CP-AR
Conforme projeto do pavimento	Conforto de rolamento	CP-AR
DNIT 062-PRO		



3. QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL

Com a publicação das Partes 1 e 2 da ABNT NBR 15146, foi solicitado ao INMETRO uma revisão no seu documento de referência utilizado para a certifica-

ção de mão de obra, o RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade), Portaria nº04, de 10 de janeiro de 2012.

A Parte 2, válida a partir de dezembro de 2011, que é a a nova Parte publicada da Norma, dará continuidade às modificações de procedimentos do sistema de certificação de pessoal em Controle Tecnológico do Concreto do NQCP, o que será muito bom, pois o profissional certificado deve ser aquele exigido pelo setor e que atenda as expectativas da empresa que o contrata.

O processo que consiste em envio da documentação comprobatória dos requisitos da ABNT NBR 15146 e realização de exames teórico geral, teóricos

Figura 1 – Número de exames aplicados mensalmente, em 2011



Figura 2 – Realização de exames teóricos em CEQ (Centro de Exame de Qualificação)



Figura 3 – Realização de exames práticos em CEQ (Centro de Exame de Qualificação)



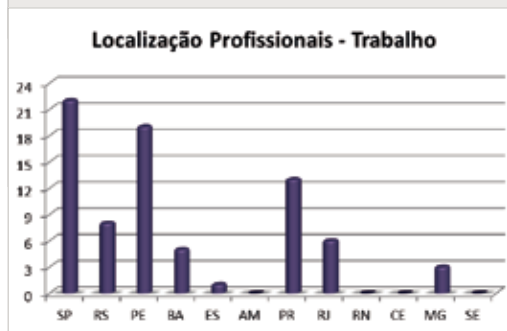
Figura 4 – Realização de exames práticos em CEQ (Centro de Exame de Qualificação)



Figura 5 – Localização por região - Residência



Figura 6 – Localização por região - Trabalho



específicos e práticos, estará mais alinhado com os profissionais atuantes nos laboratórios de ensaio e nas obras.

As informações sobre o processo, bem como o calendário de exames para o ano de 2012, podem ser obtidos no site do IBRACON, www.ibracon.org.br – na área Certificação. Lá, o profissional pode fazer download do Manual do candidato – POP 004, que trata da ABNT NBR 15146, Partes 1 e 2, de forma resumida e explicativa.

Os gráficos mostram que, embora recente, o processo de certificação de pessoal está em plena expansão e sempre buscando se atualizar com as solicitações do mercado.

Outro item avaliado é a solicitação de profissionais por região do País. Foi realizado um levantamento das solicita-

Figura 7 – Porcentagens de categorias solicitadas



ções dos profissionais, estudando as regiões de residência e de trabalho. Estes dados foram levantados por Estado e estão apresentados na tabela 3 e nas figuras 5 e 6.

Durante o ano de 2011, as solicitações dos candidatos estão distribuídas nas categorias apresentadas na figura 7.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da qualificação e da certificação de pessoal, para a garantia da qualidade das obras esportivas e de infraestrutura que estão em andamento e estão por vir em todo o País, faz com que os setores envolvidos com as execuções de obras em concreto primem pela qualidade do mesmo.

Tabela 3 – Quantidade de profissionais por região – Residência e Trabalho

Residência		Trabalho	
Estado	Número de Candidatos	Estado	Número de Candidatos
Amazonas	1	Amazonas	0
Bahia	9	Bahia	5
Ceará	3	Ceará	0
Espírito Santo	2	Espírito Santo	1
Minas Gerais	4	Minas Gerais	3
Paraná	15	Paraná	13
Pernambuco	17	Pernambuco	19
Rio de Janeiro	5	Rio de Janeiro	6
Rio Grande do Norte	2	Rio Grande do Norte	0
Rio Grande do Sul	3	Rio Grande do Sul	8
São Paulo	21	São Paulo	22
Sergipe	1	Sergipe	0



Para um concreto de boa qualidade, faz-se necessária a aquisição de materiais constituintes com qualidade, a contratação de empresas de preparação e aplicação do concreto com qualidade, a contratação de laboratórios para o Controle Tecnológico de concreto acreditados no INMETRO e, fundamentalmente, a contratação de profissionais do setor que sejam cada vez mais treinados, avaliados e possam

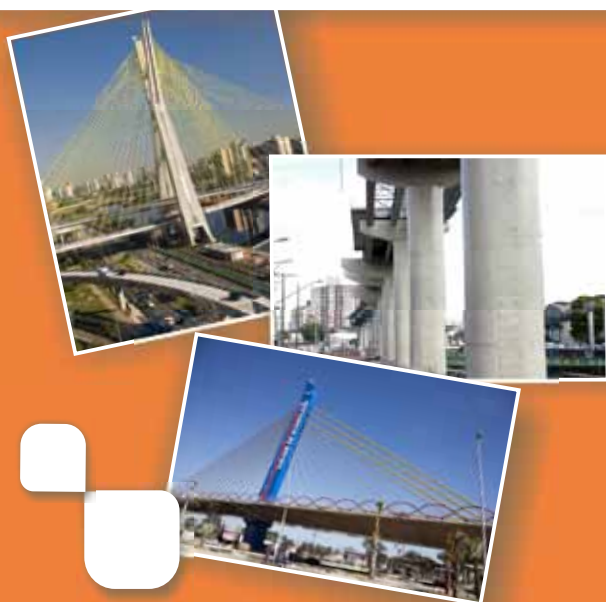
evoluir junto com a Tecnologia do Concreto.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao empenho do ABNT/CB-18 que tornou a revisão desta Norma técnica e produtiva e a todos os profissionais que dedicaram suas horas nas discussões mensais necessárias para que fosse possível a publicação da revisão desta Norma.

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15146 – Controle Tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal. Parte 1: Requisitos gerais. São Paulo – SP, 2011.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15146 – Controle Tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal. Parte 2: Pavimentos de concreto. São Paulo – SP, 2011.
- [03] NÚCLEO DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL. Manual do candidato – Controle tecnológico do concreto. POP 004, revisão 15. São Paulo – SP, 2012. Site: www.ibracon.org.br
- [04] INMETRO. Requisitos de avaliação da conformidade em Controle tecnológico de concreto. Portaria nº 4 de janeiro de 2012. Site: www.inmetro.gov.br . ●



A Denver Impermeabilizantes é a principal fornecedora de sistemas protetivos nas mais importantes pontes e viadutos da engenharia nacional.

Tintas - Vernizes - Hidrorrepelentes

● acrílico ● poliuretano ● epóxi ● poliuréia ● silano-siloxano

UMA LINHA COMPLETA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

www.denverimper.com.br

DENVER
IMPERMEABILIZANTES

DNIT: Resgatando as pontes e viadutos do Brasil

ANDRÉ KUHN – COORDENADOR GERAL DE DESENVOLVIMENTO E PROJETOS DA DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA

HUGO STERNIK – ASSESSOR DO DIRETOR GERAL

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

O processo de cadastramento das Obras de Artes Especiais (OAEs) teve início em 1994, pelo extinto DNER, com o planejamento e o desenvolvimento inicial do Banco de Dados de 200 pontes rodoviárias situadas no Estado do Rio de Janeiro.

No período de 1996 a 1997, foram inspecionadas aproximadamente 1.000 obras em âmbito nacional (administração

de adequação de pontes e viadutos, sob a administração direta do então Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER).

O crescimento da frota de veículos e o correspondente aumento de cargas, intensificado, nos últimos anos, pelo aquecimento da economia brasileira, justifica o estabelecimento de um programa de recuperação sistemático das OAEs e de adequação destas às novas condições operacionais das rodovias federais. O programa está pautado nas seguintes ações:

- Reativação do Sistema de Gerenciamento de OAEs - SGO;
- Localização georeferenciada das OAEs;
- Normatização dos procedimentos de intervenções;
- Avaliação da estrutura existente;
- Sistematização das ações;
- Priorização das intervenções.

O primeiro passo é a realização de um inventário completo das OAEs, com a localização e informação do estado de conservação delas.

A partir do SGO, a entidade catalogou mais de 5000 OAEs existentes na malha viária nacional. Deu-se início, então, às atividades de avaliação das respectivas estruturas, de normatização dos procedimentos, de sistematização das ações e de estabelecimento de prioridades de intervenção.

Com base nos resultados, foi criado, em 2004, o Manual de Inspeções Rotineiras de pontes rodoviárias e o Manual do Usuário, com a norma do DNIT - PRO 010/2004 - Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido para inspeções em OAE's, onde os objetivos principais eram: fixar as condições exigíveis para a realização das inspeções em pontes, viadutos, pontilhões e bueiros de concreto estrutural (armado e protendido), utilizados em estradas de rodagem; adequação para a apresentação dos resultados das inspeções.



nistração direta do DNER) e, entre 2002 e 2004, houve a inspeção de 1.200 obras adicionais (administração direta do DNIT), totalizando 2.400 obras entre pontes e viadutos inspecionadas. Atualmente, a malha viária federal brasileira possui, aproximadamente 6.600 pontes e viadutos (OAEs).

Com o desenvolvimento de ações para melhorar a conservação dessas estruturas, foi criado, em 1994, o Sistema de Gerenciamento de OAEs (SGO), cujo objetivo é combinar os conhecimentos das engenharias de materiais e de estruturas, das teorias econômicas e da análise de sistemas, para determinar as ações de manutenção, recuperação, reabilitação e



As OAE's das vias nacionais foram classificadas com notas de um a cinco, sendo que as notas 5 e 4 correspondem àquelas que não apresentam problema algum ou possuem pequenos problemas, respectivamente.

A avaliação 3 indica que a obra, embora aparentemente boa, necessita de alguma intervenção.

As menções 2 e 1 enquadram as OAE's nos estados sofrível ou precário com necessidade de intervenção primordial.

O PROGRAMA DE REABILITAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Em 2010, idealizou-se o Proarte para a recuperação das OAEs. Tendo em vista o Relatório de Auditoria Operacional do TCU, a Diretoria Geral do DNIT decidiu pela suspensão das ações do Proarte e instituiu uma Comissão Técnica para a revisão do programa.

Os trabalhos da comissão encontram-se em andamento com as seguintes ações:

- Conclusão dos procedimentos referentes ao Edital 057/12 para a contratação do levantamento da situação das OAEs.
 - O levantamento deverá fornecer dados de aproximadamente 180 OAEs por mês e ser concluído em 30 meses, com classificação da criticidade de todas as obras.

RAFAEL CARVALHO



Eng. André Kuhn
Coordenador Geral
de Desenvolvimento
e Projetos da Diretoria
de Planejamento e
Pesquisado DNIT

- Elaboração de Termos de Referência para a contratação de Projetos de Engenharia para a recuperação de OAEs;
 - Encontram-se concluídos 43 termos de referência para OAEs (7 em MG, 14 em GO, 12 na BA, 1 no MA e 9 no RJ).
- Revisão da Instrução de Serviço nº 11/2010 – DNIT;
- Proposta de criação da Unidade de Coordenação do Programa;
- Proposta de inclusão dos serviços de manutenção e conservação no Plano Anual de Trabalho e Obras;
- Estabelecimento de um programa de treinamento e capacitação de técnicos em cada superintendência regional do DNIT, visando o desenvolvimento de ações de monitoramento e inspeções das OAEs, bem como para a fiscalização das intervenções definidas para as mesmas.

Conforme relatado, o programa está em andamento, com previsão de início das obras de reabilitação e adequação das pontes e viadutos ainda este ano. ●

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



Modelagem dinâmica em túnel de vento da Ponte sobre o Rio Negro

ACIR MÉRCIO LOREDO-SOUZA

MARCELO MAIA ROCHA

LABORATÓRIO DE AERODINÂMICA DAS CONSTRUÇÕES, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

MARIO GUSTAVO KLAUS OLIVEIRA

MARIA CRISTINA DOLZ BÊNIA

GUILHERME MARTINS SIQUEIRA

DÉBORA DELAI VANIN

VENTO-S CONSULTORIA EM ENGENHARIA DO VENTO LTDA.

ELVIS ANTÔNIO CARPEGIANI

CARPEGIANI ENGENHARIA LTDA.

1. INTRODUÇÃO

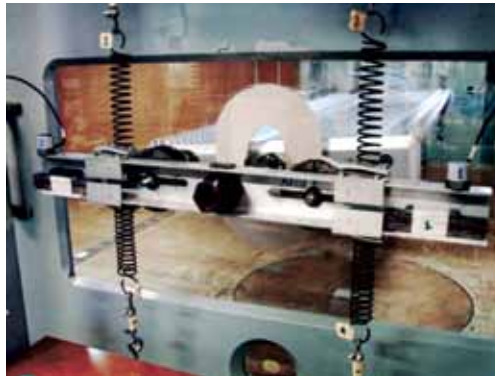
Este trabalho descreve os resultados dos ensaios em túnel de vento e as técnicas de modelagem utilizadas nos estudos da ação dinâmica do vento sobre as estruturas que

constituem os dois vãos principais da Ponte sobre o Rio Negro, construída em Manaus, no Amazonas, Brasil. A estrutura estudada consiste de um mastro central e dois tabuleiros com 200m de comprimento cada um. Fotografias da estrutura são apresentadas na figura 1. O estudo do comportamento

Figura 1 – Fotografias da Ponte sobre o Rio Negro



Figura 2 - Modelo seccional do tabuleiro, em apoios flexíveis, para medição da resposta dinâmica. Esquerda: vista do aparato experimental para medição da resposta dinâmica. Direita: detalhe do sistema de apoio do modelo seccional



aerodinâmico da Ponte sobre o Rio Negro foi realizado em cinco etapas, contemplando os possíveis efeitos estáticos e dinâmicos, sendo estes últimos o tema deste trabalho.

2. MODELO SECCIONAL DINÂMICO

Para a modelagem aerodinâmica da secção transversal foi utilizado um modelo seccional reduzido em escala 1:60. Este modelo foi confeccionado de forma a apresentar uma baixa relação massa/rigidez, evitando-se, com isso, qualquer influência da vibração própria do modelo como corpo elástico nos resultados experimentais. O modelo seccional reduzido tem um comprimento de 1205 mm, correspondendo a um trecho de 72,30m de comprimento no protótipo. Foram simulados todos os detalhes significativos da secção da ponte, incluindo guarda-corpos e guarda-rodas. O modelo seccional dinâmico, no interior do túnel de vento, é mostrado na figura 2.

Como o corpo do modelo reduzido tem uma baixa relação massa/rigidez (frequência fundamental suficientemente maior que as frequências de vibração a serem impostas ao mesmo como corpo rígido), obtém-se um maior controle sobre as características dinâmicas. A imposição destas características é feita externamente ao túnel de vento por meio de apoios elásticos e de complementação de massas (figura 2). A medição da resposta dinâmica do modelo seccional ao escoamento do ar é feita por meio de acelerômetros piezoelétricos, cujos sinais são condicionados e amplificados por um amplificador. Estes acelerômetros são instalados no sistema externo, sendo que seus sinais, após o condicionamento, são registrados e digitalizados por uma

placa de aquisição instalada em um microcomputador. Os arquivos gerados são posteriormente processados numericamente para a obtenção da história de amplitudes de deslocamento vertical e de rotação no tempo, bem como das respectivas densidades espectrais.

2.1 ANÁLISE EXPERIMENTAL DE VELOCIDADES CRÍTICAS: DRAPEJAMENTO E VÓRTICES

A análise experimental tem como objetivo a determinação das velocidades críticas de drapejamento e de desprendimento de vórtices. O drapejamento é uma forma de instabilidade aerodinâmica com interação fluido-estrutura. Trata-se de um fenômeno típico em asas de aviões, mas que também pode ocorrer em tabuleiros de pontes. A partir de uma velocidade crítica, ocorre o acoplamento de dois modos de vibração (translação vertical e torção do tabuleiro) e o amortecimento aerodinâmico se torna negativo, anulando o amortecimento total da estrutura, que passa a oscilar com amplitudes crescentes. O acidente com a ponte de Tacoma Narrows é o caso mais conhecido de falha por drapejamento. Já, o desprendimento de vórtices consiste em um fenômeno de ressonância de algum modo de vibração livre da estrutura com o desequilíbrio de pressões na direção transversal à direção do vento (vertical, no caso de tabuleiro de pontes). A estrutura pode neste caso apresentar amplitudes de vibração amplificadas para uma velocidade do vento específica, na qual esta ressonância ocorre. Um exemplo típico de ocorrência deste fenômeno foram as grandes amplitudes de vibração observadas no vão central da Ponte Rio-Niterói, para

ventos com velocidade em torno de 55km/h, antes que fosse instalado um sistema de atenuadores dinâmicos sintonizados pela equipe do Prof. Ronaldo Battista.

A análise foi realizada para duas configurações: uma com a secção transversal original sem a presença de guarda-corpo (Configuração I); a outra com o guarda-corpo (Configuração II). Os testes foram realizados para dois níveis de amortecimento: o primeiro deles foi o amortecimento natural do modelo reduzido; e o segundo obtido através de um dispositivo acoplado ao apoio flexível, o qual consiste em uma haste mergulhada em óleo. Os resultados obtidos com níveis de amortecimento mais baixos estão sempre a favor da segurança.

Na figura 3, é mostrado um exemplo de resultado obtido com modelo seccional dinâmico em escoamento suave. Os resultados são apresentados em termos dos valores de pico e r.m.s. (que equivale ao desvio padrão, no caso de média zero) das amplitudes de deslocamento do tabuleiro (deslocamento vertical e rotação), em função da velocidade do vento.

3. MODELO AEROELÁSTICO COMPLETO

3.1 ESCALAS E RELAÇÕES DE SEMELHANÇA

De todas as grandezas físicas relevantes utilizadas na modelagem aeroelástica das estruturas em questão, as três grandezas de base, cujas escalas se impõem “a priori”, são:

o comprimento, a massa específica e a aceleração. A escala de comprimento adotada é 1:200, o que se determina pela melhor utilização da câmara de ensaios do túnel de vento e das características do vento natural simulado. A escala de massa específica adotada é 1:1, pois, tanto no modelo reduzido como na estrutura real, o fluido que causa esforços aerodinâmicos é o ar, com massa específica de aproximadamente 1,2kg/m³.

Em virtude da importância das forças gravitacionais para equilibrar as tensões no estaiamento, adota-se uma semelhança no chamado número de Froude, fundamental para estruturas nas quais a resistência à deformação é influenciada pela ação da gravidade, tais como pontes suspensas e estruturas estaiadas. O número de Froude é definido como $Fr = V^2 / g l$, sendo V a velocidade do vento, g a aceleração da gravidade e l uma dimensão característica. Em outros termos, significa a adoção de uma escala de aceleração 1:1 e de uma escala de velocidades igual à raiz quadrada da escala de comprimento. Isto porque, tanto o modelo como a estrutura real, estão sujeitos à mesma aceleração gravitacional. O uso da semelhança de número de Froude implica também que, no processo de montagem do modelo reduzido, tendo sido respeitada a rigidez do estaiamento, as tensões nos estais estarão conseqüentemente corretas ao se impor a forma precisa do traçado espacial dos tabuleiros (greide).

Figura 3 - Valor rms e pico do deslocamento em função da velocidade do vento incidindo sobre a borda inferior. Valores referentes ao protótipo, para ângulo de incidência do vento de 0° - escoamento suave, Configuração I

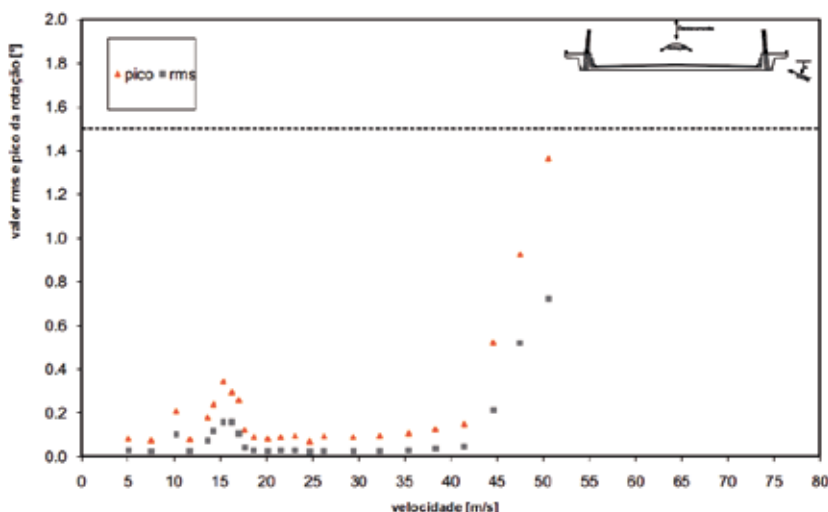
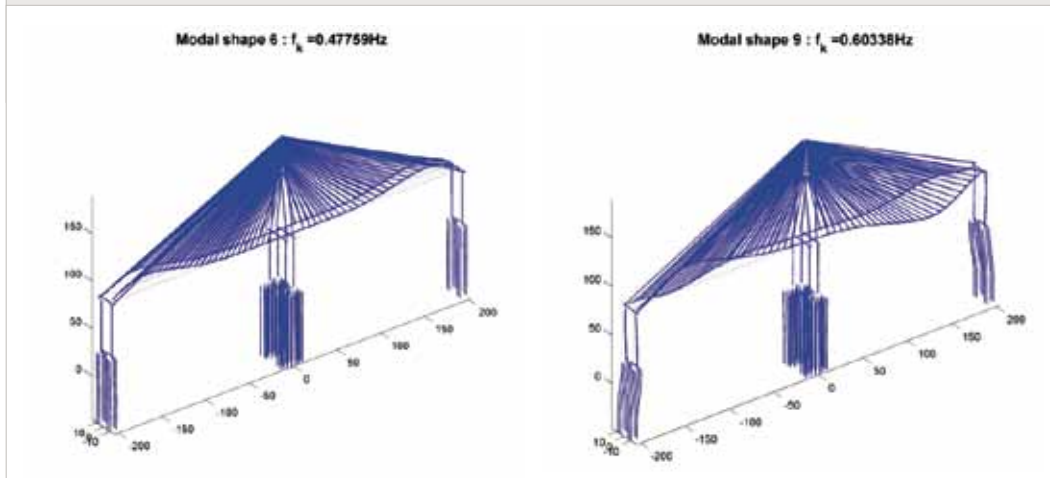


Figura 4 - Formas modais calculadas através de modelo numérico. Esquerda: sexto modo de vibração livre do sistema estrutural, correspondendo ao primeiro modo com flexão do tabuleiro. Direita: Nono modo de vibração livre do sistema estrutural, correspondendo ao primeiro modo com torção do tabuleiro



Após a definição de três grandezas de base, todas as demais grandezas físicas tornam-se derivadas, devendo ser respeitadas ou interpretadas conforme o caso. Por exemplo, a escala de rigidez axial deve ser respeitada pelos cabos que representam o estaiamento no modelo, o que se fez através do projeto e confecção de pequenas molas individualmente aferidas. Já, a escala de velocidade, derivada como sendo 1:11,4, implica que a velocidade do vento simulado no túnel deve ser interpretada de acordo. O projeto de um modelo aerelástico deve ter como objetivo reproduzir as características dinâmicas e aerodinâmicas da estrutura em questão.

Do ponto de vista aerodinâmico, observa-se que sejam respeitadas as semelhanças de geometria e, na medida do possível, de número de Reynolds, o qual influencia a forma do escoamento e, conseqüentemente, a distribuição de pressões e a força exercida sobre o sólido imerso no escoamento. O número de Reynolds é definido como $Re = V l / \nu$, sendo V a velocidade do vento, l uma dimensão característica e ν a viscosidade cinemática do ar, a qual pode ser considerada aproximadamente constante para pequenas variações de temperatura e pressão. Então, para uma determinada dimensão característica l , Re depende fundamentalmente da velocidade, ou seja, quando se varia a velocidade, Re sofre uma variação equivalente.

Do ponto de vista dinâmico, devem ser reproduzidas as frequências e formas modais de vibração livre relevantes, tal como exemplificado na figura 4. Nesta figura, são

apresentados o primeiro modo em flexão, com 0,48Hz, e o primeiro modo em torção, com 0,60Hz.

3.2 PROJETO DO MODELO AERELÁSTICO COMPLETO

3.2.1 Tabuleiro

Modelou-se o tabuleiro como sendo constituído de uma espinha, responsável pela correta rigidez, à qual são afixados elementos complementares, responsáveis pela correta forma aerodinâmica e massa do conjunto, conforme apresentado na figura 5. O material utilizado foi uma liga de alumínio, fresado para uma forma final com tolerâncias de 0,1mm. A espinha foi projetada para reproduzir corretamente as três componentes de rigidez relevantes da seção transversal: flexão segundo dois eixos ortogonais e torção.

Elementos complementares (aduelas) são afixados à espinha através de parafusos de aço inox. A posição dos parafusos é definida pelo alinhamento com os pontos de fixação dos estais, de modo que os complementos não sofrem flexão segundo eixos paralelos ao plano da seção transversal do tabuleiro. Com esse cuidado, evitam-se distorções indesejadas na forma do tabuleiro durante e após a montagem. Como o material utilizado nos complementos também é o alumínio, com massa específica um pouco superior à do concreto, o resultado, em termos de massa total, apresenta erros inferiores a 1%. A montagem do conjunto é um pro-

Figura 5 - Detalhes construtivos de um módulo do modelo reduzido do tabuleiro



cesso delicado, algo semelhante à construção do tabuleiro da estrutura real, pois dada a grande flexibilidade do modelo decorrente da semelhança de número de Froude, o tabuleiro não se sustenta sem o estaiamento, podendo ser danificado se ocorrerem desequilíbrios severos.

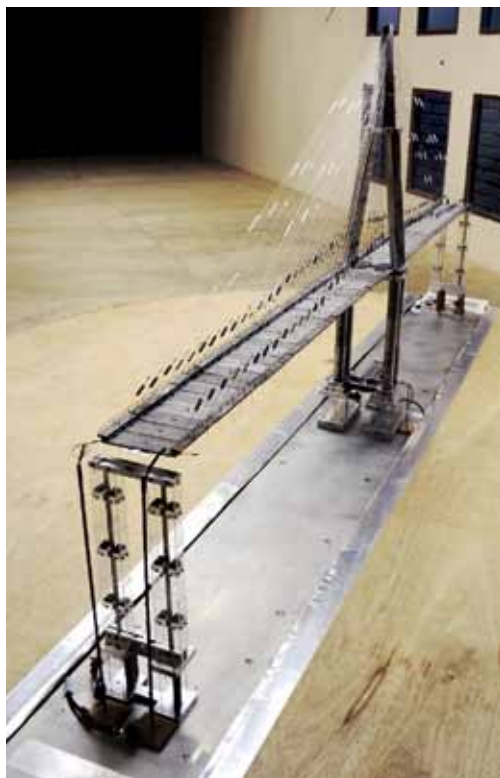
3.2.2 Estaiamento

Os estais foram modelados segundo dois aspectos essenciais: (1) sua rigidez e tensão axial, que têm influência na rigidez do conjunto, e (2) seu arrasto aerodinâmico, que é responsável por parte das forças aerodinâmicas a serem transferidas para tabuleiros e mastro. Esse é o mesmo critério utilizado na análise numérica da estrutura, fornecida pelo projetista.

A rigidez axial foi modelada em escala através de pequenas molas criteriosamente projetadas, praticamente individualizadas por estai, como pode ser visualizado na própria figura 5. O cabo é constituído de uma parte relativamente inextensível, em aço inox, e uma parte que concentra sua flexibilidade, que é a referida mola. A força axial média é uma consequência natural da semelhança de número de Froude e do traçado do tabuleiro, que impõem esforços associados ao peso próprio do tabuleiro.

O arrasto aerodinâmico foi imposto com semelhança de número de Reynolds, através de cilindros discretos. Os cilin-

Figura 6 - Modelo aeroelástico da Ponte Estaiada sobre o Rio Negro no interior do Túnel de Vento. Esquerda: configuração incompleta. Direita: configuração completa



dos têm massa criteriosamente minimizada e são distribuídos ao longo dos pequenos cabos que modelam os estais, de maneira a reproduzir, na escala do modelo, o mesmo arrasto aerodinâmico esperado para os estais da estrutura real. Como a seção cilíndrica dos cabos é bem conhecida do ponto de vista aerodinâmico, a abordagem permite uma calibração precisa das forças de arrasto esperadas.

3.2.3 Mastro

Analogamente ao tabuleiro, o mastro foi modelado através de um esqueleto de alumínio, responsável pela correta rigidez da estrutura, envolvido por segmentos de acrílico e alumínio, responsáveis pela correta forma aerodinâmica e massa do conjunto (ver figura 6).

O projeto do esqueleto do mastro é consideravelmente mais complexo que o da espinha do tabuleiro. Enquanto nesta foi utilizado um perfil “chapéu” com seção transversal constante, naquele é necessário um novo cálculo em elementos finitos, para que se reproduzam corretamente as primeiras formas modais de vibração livre. Para tanto se utilizou como referência uma análise dinâmica do mastro isolado, fornecida pelo projetista.

O esqueleto equivalente é constituído de segmentos de seção retangular constante, de modo a viabilizar o processo de fresagem do alumínio. As propriedades das seções

transversais dos segmentos são criteriosamente calculadas conforme as escalas de rigidez a flexão, segundo dois eixos ortogonais transversais e de torção. Com o modelo em elementos finitos, é feito um ajuste final na definição das seções constantes que representam os segmentos (que, na estrutura real, tem seção continuamente variável). Esses ajustes são feitos com o objetivo de se minimizar a diferença nas formas modais e frequências naturais de vibração livre do modelo e do mastro real, com as escalas devidamente consideradas.

A base do modelo do mastro é projetada de modo a reproduzir a rigidez das fundações, a qual, segundo consta da análise dinâmica fornecida pelo projetista, tem influência em alguns dos primeiros modos de vibração livre do conjunto. Para tanto, são utilizadas 36 hastes de aço temperado. Finalmente, são acrescentados pequenos elementos de chumbo, devidamente distribuídos, para completar a massa total a ser atingida pelo modelo.

3.2.4 Apoios de Extremidade

Os apoios extremos das duas extremidades dos tabuleiros foram modelados por meio de apoios flexíveis, constituídos de hastes de alumínio. O projeto destes apoios foi derivado das flexibilidades calculadas para os pórticos de extremidade, fornecidos pelo projetista. Estas flexibilidades têm uma influência importante na forma de vibração livre (mostrados na fotografia central da figura 7).

Figura 7 - Modelo aeroelástico da Ponte Estaiada sobre o Rio Negro no interior do Túnel de Vento. Esquerda: vista geral do mastro. Centro: esqueleto de alumínio projetado para representar a rigidez e parte da massa do mastro e apoios de extremidade. Direita: detalhes da base do modelo



4. COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

Os resultados detalhados não são apresentados, sendo o objetivo deste trabalho uma descrição das etapas de estudos e processos de modelagem.

Em estudos dos efeitos do vento em pontes estaiadas, recomenda-se que ao menos o estudo seccional seja realizado. Para a Ponte sobre o Rio Negro, os solicitantes tiveram o interesse em fazer uma investigação completa, sendo também solicitado o estudo com o modelo aeroelástico completo, bem como fases construtivas.

Para o modelo aeroelástico completo, não foram detectadas tendências ao surgimento de instabilidade aerodinâmica por drapejamento para nenhuma das configurações testadas, segundo os registros de rotação do tabuleiro. Já, nos ensaios com o modelo aeroelástico simulando fases construtivas da estrutura, foram observadas amplificações significativas em relação aos resultados do modelo completo (aproximadamente oito vezes) nos deslocamentos horizontais dos extremos do tabuleiro. Nestes ensaios também foram observadas amplificações da mesma ordem (oito vezes) para a

máxima translação vertical, em relação ao modelo completo, sendo que, no modelo de fases construtivas, esta medida foi feita nos extremos do tabuleiro, enquanto que, para o modelo completo, a medida foi realizada no meio do vão.

Através dos ensaios com o modelo aeroelástico descrito neste trabalho, observou-se que a resposta do mastro à turbulência atmosférica tem uma participação importante nos deslocamentos ao nível dos tabuleiros, muito em função da flexibilidade das fundações. Obviamente, este efeito não poderia ser detectado através de um modelo seccional (2D), o que demonstra a importância da realização de um estudo em modelo completo (3D).

5. AGRADECIMENTOS

O estudo em túnel de vento sobre o modelo reduzido da Ponte sobre o Rio Negro foi solicitado por Construtora Camargo Corrêa. Os autores agradecem a atenção dispensada pela solicitante, em especial, a do Eng. Paulo Chuva, bem como dos engenheiros Catão Ribeiro e Heitor Nogueira, da Enescil, e do Eng. Mario de Miranda, da de Miranda Associati. ●

Sika® Carbodur®

Lâminas de fibra de carbono para reforço estrutural

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

Explore todas as possibilidades com os sistemas Sika 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,

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



Innovation & Consistency since 1910

Todos os sistemas testados com os exclusivos adesivos SikaDur®

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 B S O®

IBRACON

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.

A utilização de diferentes tipologias de tabuleiros no projeto de alargamento e ampliação de um viaduto

JOSÉ AFONSO PEREIRA VITÓRIO – ENGENHEIRO CIVIL

VITÓRIO & MELO PROJETOS ESTRUTURAIS E CONSULTORIA LTDA.

1. INTRODUÇÃO

O Viaduto Capitão Temudo, construído na década de 1970, constitui a principal ligação viária com a Zona Sul da Cidade do Recife (Praias do Pina, da Boa Viagem e da Piedade); com extensão aproximada de 1km, transpõe três avenidas e uma linha do metrô.

O grande aumento do tráfego nos últimos anos, responsável por constantes congestionamentos, gerou a necessidade do alargamento de um trecho do tabuleiro e da execução de uma nova alça.

A superestrutura original é composta por tabuleiro celular de concreto protendido; a mesoestrutura é formada por pilares-parede de concreto armado; e a infraestrutura por fundações profundas, com o emprego de estacas tipo Franki e blocos de coroamento de concreto armado.

A análise das opções de soluções de projeto para o alargamento do tabuleiro e para a execução da nova alça levou em conta os principais aspectos relacionados ao desempenho estrutural, às facilidades construtivas e

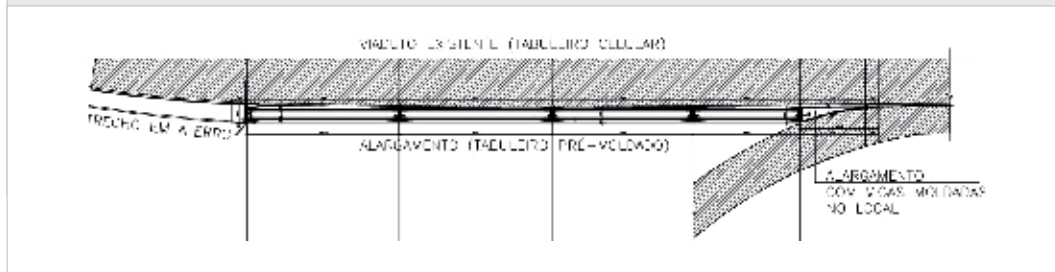
aos custos finais da intervenção, considerando as peculiaridades da obra existente e as dificuldades inerentes à sua localização, em uma área estritamente urbana e densamente povoada.

A Figura 1 mostra uma vista do viaduto antes das intervenções.

Figura 1 – Vista aérea do viaduto Capitão Temudo



Figura 2 – Planta geral do trecho alargado



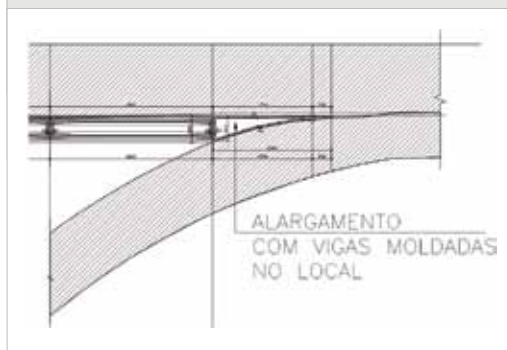
2. SOLUÇÕES ADOTADAS

2.1 ALARGAMENTO DO TABULEIRO

Com base nos estudos iniciais, a solução que apresentou-se mais adequada para o alargamento do trecho de 185,00m do tabuleiro foi a execução de vigas pré-moldadas protendidas e laje moldada no local sobre pré-lajes com armaduras colaborantes. Este sistema foi possível de ser adotado pelo fato de as distâncias entre os pilares existentes se situarem entre 28,00m e 40,00m, possibilitando a fabricação de vigas com dimensões e pesos compatíveis com os equipamentos disponíveis e as condições locais. Esta concepção é mostrada na Figura 2.

O último tramo do novo tabuleiro, com extensão de 20m, situado na cota mais elevada do greide, foi projetado em concreto armado moldado no local, devido à sua geometria e à necessidade de preenchimento do espaço triangular entre o trecho reto e uma alça do viaduto existente. Esta situação peculiar está detalhada na Figura 3 e ilustrada na figura 8.

Figura 3 – Último trecho do alargamento, realizado com tabuleiro moldado no local



O projeto previu a ligação entre os tabuleiro existente e novo, de modo a evitar a junta longitudinal, responsável por infiltrações e outras patologias, como é o caso de grandes deformações nas bordas, que, além de anomalias estruturais, se constituem, também, em risco para o tráfego de veículos. Também foram evitadas as juntas de dilatação transversais, tendo sido utilizadas lajes de continuidade no novo tabuleiro.

A ligação entre os dois tabuleiros foi feita por meio de armaduras tipo conectores, fixados conforme recomendações do *Guide for Widening Highway Bridges* do American Concrete Institute, e detalhamento ilustrado na Figura 4. A Figura 5 mostra uma seção transversal típica do alargamento.

2.2 ALÇA DA AMPLIAÇÃO

A nova alça, com extensão de 412,00m, projetada do lado direito do viaduto existente, no sentido norte-sul, foi inicialmente estudada considerando todo o tabuleiro celular, solução mais comum para as estruturas com trechos curvos e grandes vãos. Porém, no projeto

Figura 4 – Detalhe da ligação entre os dois tabuleiros

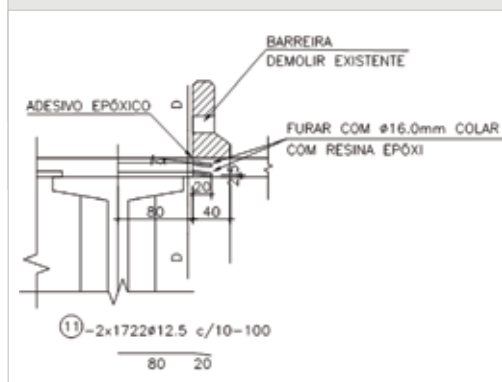
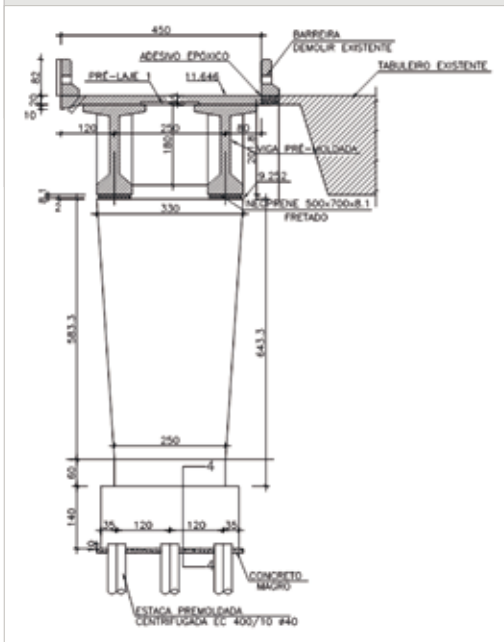


Figura 5 – Seção transversal do alargamento



geométrico, o trecho curvo foi previsto com 196,00m, restando 216,00m constituído por trechos retilíneos. Diante disso, foi possível adotar duas soluções para a superestrutura: tabuleiro tipo caixão para a parte curva e tabuleiro pré-moldado para as partes retas, conforme ilustrado na Figura 6.

Esta solução agilizou significativamente o cronograma da obra pelo fato de permitir a pré-fabricação das vigas no próprio canteiro e, em seguida, o içamento sobre os pilares, pelo fato de os vãos, da ordem de 38,00m, estarem plenamente compatíveis com os equipamentos disponíveis no mercado local. No caso do trecho curvo, os vãos são variáveis entre 33,00m e 49,00m, de modo a permitir a

execução do tabuleiro em caixão celular moldado no local sobre escoramento.

A Figura 7 mostra a seção transversal do trecho projetado com tabuleiro pré-moldado e a seção transversal em caixão celular no trecho curvo.

3. FUNDAÇÕES

Pelas características geotécnicas do solo, a opção mais adequada para as fundações foi a cravação de estacas com comprimento médio de 27m. Para a estrutura do alargamento, foram adotadas estacas centrifugadas EC-400/10, com carga nominal de 1.400kN. Apenas no apoio 6 não foi possível utilizar esse tipo de estaca, por causa da incompatibilidade das dimensões do equipamento de cravação, sendo utilizado, neste caso, estacas raiz ϕ 410mm.

Nas fundações da alça da ampliação, foram utilizadas estacas centrifugadas EC-600/10, com carga nominal de 2.400kN.

4. PECULIARIDADES DO PROJETO

De modo geral, muitos aspectos relacionados aos projetos de alargamento e reforço de Obras de Arte Especiais no Brasil ainda carecem, pelas suas peculiaridades, de maiores estudos, pesquisas e de literatura técnica.

No caso do alargamento do viaduto Capitão Temudo, alguns destes aspectos são ainda mais peculiares, como é o caso da junção do novo tabuleiro com as duas alças na parte mais alta do greide, cuja execução da armação está ilustrada na figura 8, que mostra o trecho final do novo tabuleiro, com duas vigas moldadas no local formando um triângulo, sobre o qual é executada a laje ligada aos dois tabuleiros laterais existentes. Na Figura 9, pode ser observado o mesmo trecho na condição original do tabuleiro.

Figura 6 – Alça composta por tabuleiro pré-moldado e celular

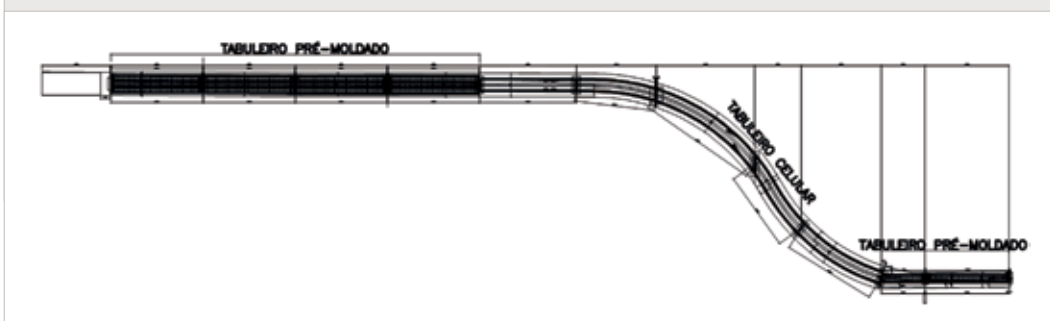
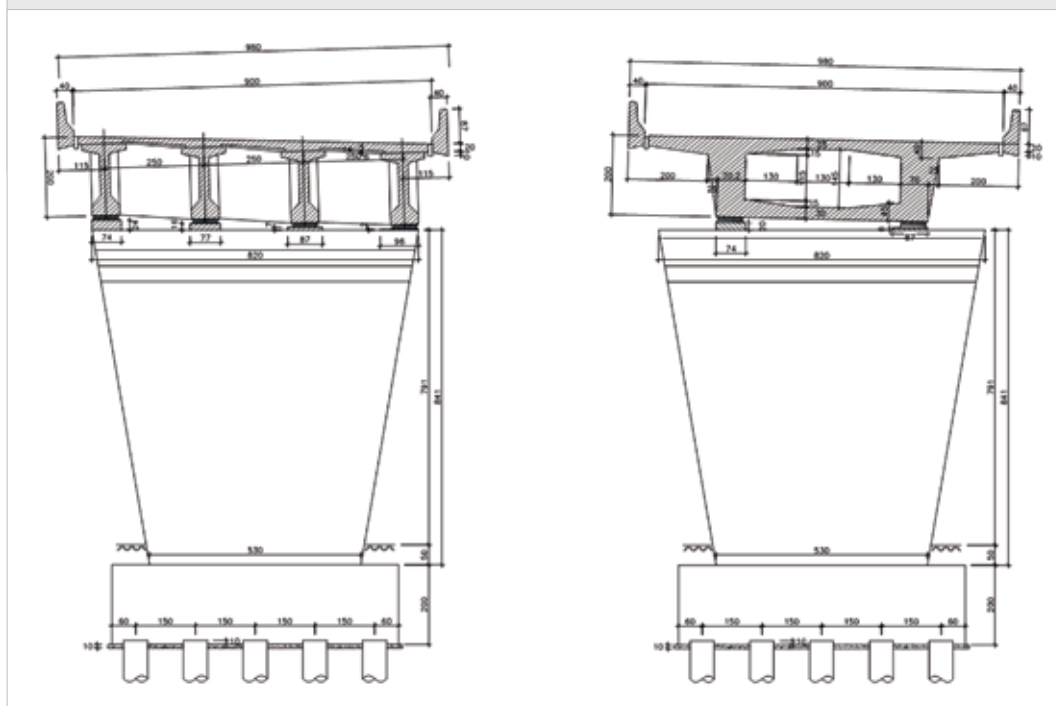


Figura 7 – Seção transversal dos trechos retos (tabuleiro pré-moldado) e curvos (tabuleiro celular) da alça



Porém, a principal peculiaridade deste projeto foi a harmonização entre quatro tipos de tabuleiros:

- O tabuleiro existente, executado na década de 1970 e constituído por uma seção caixão em concreto protendido, projetado para o Trem-tipo Classe 36 e com materiais cujas características são diferentes das adotadas atualmente;
- O tabuleiro pré-moldado para o alargamento e trecho reto da nova alça;

- O tabuleiro celular no trecho curvo da nova alça;
- O tabuleiro variável em concreto armado convencional na junção entre os trechos retos e curvos do viaduto existente.

A integração destas quatro soluções estruturais em uma única obra permitiu viabilizar o alargamento e a ampliação do viaduto sem provocar acréscimo de carga na estrutura existente, mesmo com a utilização do Trem-tipo Classe 45.

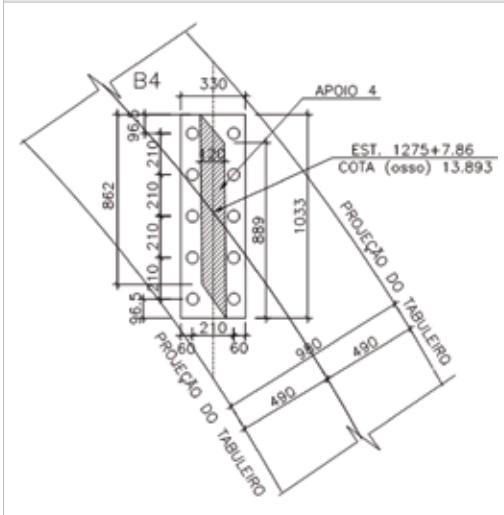
Figura 8 – Detalhe da execução da estrutura no trecho final do alargamento, ligando o novo tabuleiro a duas alças



Figura 9 – Detalhe da vista inferior do mesmo trecho antes da execução do alargamento



Figura 10 – Peculiaridade do posicionamento do bloco do pilar P4 devido à restrição de espaço no canteiro central da avenida



Uma outra questão a destacar foi a dificuldade para locar alguns dos blocos de estacas e pilares da nova alça, pelo fato de estarem localizados nos canteiros de uma avenida com grande movimento, de modo que os espaços disponíveis para a execução do estaqueamento e dos blocos ficaram bastante restritos, obrigando a soluções geométricas com grandes descondições em relação ao tabuleiro, conforme podem ser vistas nas Figuras 10 e 11.

5. CONCLUSÕES

O projeto do alargamento e do acréscimo de uma

Figura 11 – Pilar P4 após a execução no canteiro central da avenida



Figura 12 – Vista lateral do alargamento do tabuleiro celular com a utilização de vigas pré-moldadas



alça no viaduto Capitão Temudo apresentou diversas peculiaridades relacionadas à geometria original, ao período em que foi construída, à ausência de projetos originais; enfim, as dificuldades que são inerentes aos projetos de alargamento e reforço de Obras de Arte Especiais. Mesmo assim, foi possível encontrar soluções técnicas que viabilizaram estas intervenções, de modo a garantir satisfatórios desempenhos estrutural e funcional.

Não pode ser esquecido que diversos aspectos relacionados ao comportamento estrutural de pontes e viadutos, após o alargamento e reforço, ainda se constituem em um campo a ser explorado por meio de estudos e pesquisas que possam contribuir para a produção do conhecimento em uma área ainda carente de literatura técnica especializada, pois a li-

Figura 13 – Vista do tabuleiro após o alargamento



teratura disponível sobre pontes prioriza sempre as obras novas.

É importante, por exemplo, aprofundar os estudos sobre a avaliação da capacidade de carga e segurança das pontes antigas e dos efeitos das deformações diferidas nas obras alargadas, entre outras questões.

No projeto que foi objeto deste trabalho, cujas obras encontram-se atualmente na fase de conclusão, além dos bons resultados estruturais obtidos, também ficou evidente que a diversidade de soluções para os tabuleiros resultou em uma obra mais econômica, mais rápida e de boa estética, como pode ser observado nas Figuras 12 e 13.

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7187 - Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido, Rio de Janeiro, 2003.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7188 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres, Rio de Janeiro, 1984.
- [03] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - procedimento, Rio de Janeiro, 2007.
- [04] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento, Rio de Janeiro, 2003.
- [05] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI - Guide for Widening Highway Bridges, EUA, 1998. ●

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



Campanha pela manutenção do ambiente construído

Com a finalidade de difundir a importância da manutenção permanente na infraestrutura das cidades e de alertar o poder público para a adoção de uma política contínua de manutenção de empreendimentos públicos, como pontes, estradas, viadutos, galerias e córregos, o Sindicato Nacional de Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco) tem promovido a Campanha pela Manutenção do Ambiente Construído, desde junho de 2005.

Já foram vistoriadas por engenheiros de empresas associadas ao Sindicato obras em oito capitais do País. Por duas vezes, as cidades de São Paulo, Recife, Salvador, Belo Horizonte e Brasília tiveram atestados os prazos de validade vencidos de suas obras.

No último relatório emitido, referente à Brasília em agosto de 2011, de um total de 25 obras vistoriadas, apenas duas foram consideradas em boas condições, justamente as duas nas quais o relatório de 2009 acusou necessidade urgente de reformas – Palácio do Buriti e Panteão da Pátria – e que aconteceram logo após o primeiro estudo. No entanto, outras 9 obras, já com problemas levantados no primeiro relatório, necessitam de reparos e obras de manutenção com urgência, segundo o relatório mais recente. Os problemas

encontrados vão desde infiltrações e ferros expostos até descolamento do concreto e fissuras.

As obras são avaliadas visualmente nos relatórios, que são encaminhados às autoridades competentes, para as devidas providências técnicas e administrativas, com recomendações do setor, tais como:

- Realização de vistoria rotineira, a intervalos regulares de tempo, não superiores a um ano (ABNT NBR 9452:1986);
- Definição de programa permanente de manutenção com:
 - Estrutura organizacional para planejamento e execução dos trabalhos;
 - Manual de especificações e procedimentos padronizados, incluindo os diferentes tipos de vistorias no campo, as análises e classificações das estruturas, e os trabalhos de restauração, quando necessários;
- Desenvolvimento de cadastro das pontes e viadutos, com dados quantitativos e históricos;
- Contratação de projetos de qualidade, gerenciamento e fiscalização de obras, visando à melhoria dos empreendimentos e ao aumento da durabilidade da infraestrutura.

Saiba mais em: www.sinaenco.com.br/campanha_ambiente.asp . ●

Contribuir com a sustentabilidade é o nosso papel.



OgilvyOne

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

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



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



Durabilidade de piscinas de concreto armado: a influência da natureza do tratamento da água

ALYSON SOCHER PAIM – ENGENHEIRO CIVIL

ÍCARO MARIANI RIBEIRO DOS SANTOS – ENGENHEIRO CIVIL

JANDERSON WILLIAM RAISDORFER – ENGENHEIRO CIVIL

EDUARDO PEREIRA – PROFESSOR M. Sc

MARCELO H. F. DE MEDEIROS – PROFESSOR DOUTOR

DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (DCC) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)

1. INTRODUÇÃO

O tratamento de água de piscinas pode ser feito com a adição na água de elementos como cloro, radiação ultravioleta, ozônio e NaCl (sal). Sabendo-se das características nocivas do sal sobre as estruturas de concreto armado, este trabalho tem como objetivo apresentar a magnitude da frequência do uso de NaCl no tratamento de água de piscinas na cidade de Curitiba. O motivo do levantamento realizado foi a constatação obtida na inspeção de uma piscina projetada pelo arquiteto Rubens Meister¹ e construída em 1993, localizada na região metropolitana de Curitiba. A referida piscina é suspensa, aquecida, com dimensões de 25m x 12m x 1,80m (ponto de maior profundidade), e, devido ao fim da vida útil do sistema de impermeabilização usado na construção inicial, ocorreu o aparecimento de inúmeras manifestações patológicas que acabaram por gerar sua interdição e consequente necessidade de altos gastos com reparos.

O Consultor Marcelo Medeiros e o Engenheiro Diego Henche conduziram este trabalho de inspeção e projeto de recuperação realizados em 2011. O artigo publicado por

Henche e Medeiros (2011) oferece um maior detalhamento deste trabalho em específico.

O fato que chamou a atenção foi a verificação de que a piscina inspecionada é tratada com sal (NaCl) e sabe-se que, quando esta solução salina penetra no interior da estrutura, pode provocar corrosão de armaduras. Além disso, verificou-se que o sistema de impermeabilização estava falho. A Figura 1 mostra uma vista geral da piscina com o

Figura 1 – Vista geral da piscina



detalhe de uma das laterais, com azulejos extraídos para a manutenção da impermeabilização.

A Figura 2 mostra a laje do fundo da piscina inspecionada por baixo, onde é possível notar o surgimento de estalactites provocadas pela lixiviação do hidróxido de cálcio do concreto. Porém, a inspeção realizada revelou alta concentração de NaCl nestas estalactites, evidenciando que a água salina da piscina está contaminando todo o concreto da estrutura.

A Figura 3 mostra locais em que a corrosão de armaduras encontra-se instalada devido à agressividade do ambiente a materiais metálicos.

2. TIPOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA PISCINAS

De acordo com a ABNT NBR 10818: 1989, os produtos e os sistemas utilizados no tratamento de água de piscinas com a finalidade de eliminação de microorganismos, remoção de material em suspensão ou manutenção do pH, não devem conter ou introduzir substâncias tóxicas ou nocivas ao usuário ou ao meio ambiente nos teores de utilização.

Não existe uma lei que exija o tipo de tratamento e, sim, que qualquer que seja o sistema adotado, que ele faça com que a água da piscina atenda as exigências de qualidade colocadas na ABNT NBR 10818: 1989.

A BASE DE CLORO

Este é, sem dúvida, o meio mais tradicional de tratamento de água de piscina. Neste caso, não existe a necessidade de equipamento específico, sendo feito simplesmente pela adição de cloro na água.

De acordo com a ABNT NBR 10818: 1989, nos casos em que o desinfetante usado é à base de cloro, a sua concentração deve ser mantida na faixa de 0,8 a 3,0 mg/l de cloro livre.

O cloro, além de ser obrigatório em determinada porcentagem nos tratamentos, tem, como fator negativo, a alta agressão que provoca na estrutura física da piscina, como também na pele e cabelo dos usuários. O cloro é um produto que tem alto poder de desinfecção da água e tem baixo custo. Porém, certos usuários apresentam tendência a irritação de olhos e pele, além do clássico efeito de ressecamento de cabelo, que incomoda muitos usuários.

Segundo Duarte et al. (2006), se a pretensão for um baixo custo de exploração e um baixo investimento inicial, deve-se optar pelo tratamento com cloro, que age como um bom bactericida.

POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

O tratamento a partir de raios ultravioleta (UV) é pouco utilizado, por ter baixa eficiência na desinfecção da água, comparado aos demais métodos. Sempre que este tratamento for utilizado, necessitará de outro tratamento paralelo. A questão é que este tratamento não tem o residual, que é basicamente um material desinfetante que possa neutralizar, de imediato, contaminações introduzidas na água. Ou seja, quando um contaminante é introdu-

zido na água, ele só é neutralizado quando esta porção de água contaminada passa pelas tubulações do tratamento com os raios UV (SOUZA, 2006). Por este motivo, no Brasil, geralmente, este tratamento é realizado em conjunto com o tratamento com cloro, em menor concentração do que no caso do tratamento só com cloro.

O tratamento consiste basicamente da alocação de lâmpadas especiais que emitem radiação ultravioleta diretamente na canalização da água a ser tratada. Em termos de efetividade, está ligada diretamente à turbidez da água, pois, uma vez que a mesma esteja turva, os raios não terão grande alcance para a desinfecção. Mesmo na ausência de turbidez, os raios não são capazes de eliminar todos os microorganismos presentes na água.

PELO USO DE OZÔNIO

De acordo com Souza (2006), o ozônio é um poten-

Figura 2 – Eflorescências geradas pelo tratamento da água com NaCl, que agredem o aço das armaduras



Figura 3 - Exemplos de locais com corrosão instalada



a) Abraçadeiras corroídas

b) Pilar de sustentação da piscina

te oxidante e desinfetante. Não é muito utilizado no Brasil, mas é bastante usado na Europa e em pequenas instalações de tratamento de água dos EUA. O tratamento por ozônio é muito eficiente, uma vez que elimina até 99,9% dos microorganismos existentes na água. Um fator chave para este tratamento é que este necessita apenas de um investimento inicial (custo de implantação), visto que, após sua instalação, não exige custos adicionais para operar o tratamento. Entretanto, a principal dificuldade deste tipo de

tratamento é a não produção de residual que previne eventual contaminação, ou seja, mesmo inconveniente do tratamento anterior. Este também é um motivo para a aplicação de tratamento paralelo com cloro em menor concentração do que o tratamento convencional.

POR ADIÇÃO DE NaCl (SAL)

O tratamento a partir de NaCl (Sal) possui um custo fixo significativamente inferior ao do tratamento a partir de

Tabela 1 – Levantamento dos tipos de tratamento para água de piscinas em Curitiba

Estabelecimento	Tratamento	Estrutura
Academia Be Happy	Sal	Enterrada
Academia Gustavo Borges	Sal	Enterrada
Academia H ₂ O	Sal	Enterrada
Água e Vida	Cloro	Enterrada
Água Viva Escola de Natação	Cloro	Suspensa
Amaral Escola de Natação	Sal	Enterrada
Anil Natação	Sal	Enterrada
Anima Natação e Esportes	Sal	Enterrada
Araucária Acqua Park	Cloro	Enterrada
Cabral Natação e Fitness	Sal	Enterrada
Carpe Diem	Ozônio	Enterrada
CED – UFPR	Sal	Enterrada
Célio Amaral e Figueiredo Ltda	Sal	Enterrada
Centro de Natação Gowyll	Ozônio	Enterrada
Centro Esportivo Universidade Positivo	Cloro	Suspensa
Clube Curitibano	Sal	Enterrada
Clube Duque de Caxias	Sal	Enterrada
Clube Literário – Portão	Cloro	Enterrada
Clube Urca	Sal e Ozônio	Enterrada
Escola de Natação Acquarius	Cloro	Enterrada
Escola de Natação Amauri Fidélis	Sal	Enterrada
Escola de Natação Israel S/C Ltda	Ozônio	Enterrada
Escola de Natação Movimento's	Sal	Suspensa
Escola de Natação Olímpica	Sal	Enterrada
Escola de Natação Schneider	UV	Suspensa
Escola de Natação Viver Sport's	Sal	Enterrada
Escola de Natação Vivere	Cloro	Enterrada
Escola de Natação Webber	Sal	Enterrada
Graciosa Country Club	UV	Enterrada
Mobi Dick Fitness	Ozônio	Enterrada
Paraná Clube	Sal	Enterrada
Santa Mônica Clube de Campo	Sal	Suspensa
Sociedade Moguenal	Sal e Ozônio	Enterrada
Sociedade Thalia	Sal	Enterrada
Swimex	Sal	Enterrada
Três Marias Clube de Campo	Sal	Enterrada
Viva Sport	Sal	Enterrada
WS Natação	Sal	Enterrada



cloro (em torno de 20% do custo do tratamento com cloro) e o valor dos equipamentos para implantação são menos onerosos quando comparado com o tratamento com ozônio.

A razão para a utilização do tratamento com NaCl é o fato da não necessidade da utilização de cloro como tratamento paralelo, pois o processo de hidrólise do NaCl gera hipoclorito de sódio e cloro residual (Cl^{-2}). Contudo, este tipo de método, quando a piscina não está devidamente impermeabilizada ou o sistema de impermeabilização alcançou o fim de sua vida útil, gera um ataque muito agressivo ao concreto armado, muitas vezes não previsto na especificação do concreto da estrutura.

3. INCIDÊNCIA DO TIPO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DAS PISCINAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Esta etapa do trabalho consistiu em um levantamento de campo na região metropolitana de Curitiba, com o intuito de fornecer informações sobre o quanto cada tipo de tratamento de água citado está sendo aplicado nas piscinas desta cidade. Mais especificamente para verificar se o tratamento com NaCl é corriqueiro ou foi apenas um fato isolado da piscina inspecionada e citada na introdução deste artigo.

Foram consultados 38 estabelecimentos, como ilustrado na Tabela 1, onde estão discriminados o tratamento utilizado e o tipo de estrutura adotada para as piscinas. A amostragem foi realizada de forma aleatória e o levantamento compreendeu clubes e academias de natação da cidade de Curitiba e região metropolitana, conforme mostra o mapa da Figura 4.

O resultado deixa evidente que a maioria das piscinas do levantamento são tratadas com NaCl. Segundo os dados coletados pela equipe em dezembro de 2011 e que constam na Figura 5, foi verificado que 61% das piscinas comerciais de Curitiba usam o tratamento de água com sal (NaCl). O segundo tratamento mais empregado é o cloro com 18%.

Durante o trabalho, foi feita uma visita à academia H₂O, que possui piscina enterrada com tratamento a partir de sal. Nesta visita, foi feita uma entrevista com o químico industrial Felix Baran, sócio proprietário da academia. Nesta ocasião, ele apresentou dados referentes aos tipos de tratamento nas piscinas de Curitiba, ressaltando as vantagens e desvantagens de cada tipo de tratamento.

Segundo Felix, o tratamento mais comum é a partir de NaCl, pois além de ser o mais barato, também é um dos que apresenta maior eficiência. Ainda segundo Felix, o maquinário para o tratamento de uma piscina de até 500.000 litros com NaCl tem um custo inicial de R\$15.000,00 a R\$20.000,00 e tem um custo mensal em torno de R\$150,00, sendo que o tratamento por ozônio tem um custo inicial de R\$30.000,00 sem custos mensais, porém com o ozônio, é comum usar o cloro associado para gerar o residual de segurança, o que acaba resultando em certo custo de operação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois que uma piscina entra na fase de operação, é comum que decisões relacionadas ao tratamento da água sejam consideradas de competência única da equipe de limpeza da piscina.

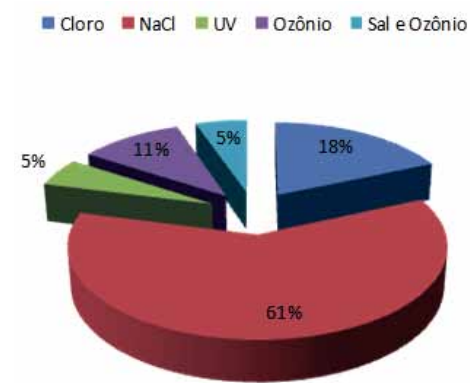
Porém, a migração de tratamento da água com cloro para tratamento com NaCl pode trazer consequências desastrosas para o concreto armado da estrutura de suporte, devido as mudanças na agressividade do meio.

Sabe-se que a corrosão por cloretos é um dos processos de deterioração do concreto armado que possuem consequências mais alarmantes afetando, sobremaneira, sua durabilidade. Desse modo, a troca de tratamento da água da piscina deve ser feita mediante a consulta de um engenheiro civil, que deve considerar todas as mudanças de agressividade ambiente que podem ser geradas com o novo tratamento. No caso do NaCl, é claro que isso vai gerar uma atmosfera salina nos pilares adjacentes no nível da piscina, que pode ser agravada, no caso de piscinas aquecidas, onde existirá uma grande taxa de evaporação provocando o

Figura 4 – Localização dos estabelecimentos pesquisados na região de Curitiba



Figura 5 – Percentual dos tipos de tratamento adotado nas piscinas comerciais de Curitiba



surgimento de um ambiente semelhante ao da névoa salina provocada pelo mar e tão agressivo aos metais. Se a piscina for coberta e aquecida, a situação é ainda pior devido ao confinamento da atmosfera salina.

Além disso, no caso de falha do sistema de impermeabilização e penetração da água da piscina no concreto armado, a contaminação e velocidade de corrosão

instalada devem ser preocupantes.

No caso da região metropolitana de Curitiba, ficou muito evidente que o tratamento com cloreto de sódio é maioria nos estabelecimentos comerciais com piscinas (61% dos estabelecimentos usam este tipo de tratamento). A pergunta que fica é: será que o aumento de agressividade ao concreto armado foi considerado na decisão?

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Qualidade de água de piscina. ABNT NBR 10818:1989. Rio de Janeiro, 1989.
- [02] DUARTE, António A. L. Sampaio ; VASCONCELOS, José L. C. - Tratamento da água de piscinas públicas. In VIEIRA, J. P. ; MATOS, J. S., ed. lit. - "Planejamento estratégico em águas e resíduos". Atlas do Encontro Nacional de Saneamento Básico, 12, Cascais, Portugal, 2006 [CD-ROM]. Cascais : APESB, 2006. ISBN 978-972-95302-8-9.
- [03] HENCHE, D; MEDEIROS, M. H. F. Inspeção de piscinas de concreto armado: Um estudo de caso em um reservatório elevado e aquecido. In: 53. Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON. Florianópolis, 2011.
- [04] SOUZA, J. B. Avaliação de métodos para desinfecção de água, empregando cloro, ácido peracético, ozônio e o processo de desinfecção combinado ozônio/cloro. São Carlos, 2006. 176 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. ●



Holcim 100 anos. Sua confiança é a nossa paixão.

Para a Holcim, o tempo não passa: ele avança. São 100 anos investindo em soluções e desenvolvimento de produtos para oferecer um amplo portfólio e serviços inovadores, como: assessoria especializada e sob medida para a sua obra. A Holcim é a sua parceira de confiança para avançar sempre, realizar hoje, e construir o futuro.
www.holcim.com.br

Medidas preventivas para manutenção de pontes

CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA – D.Sc. CONSULTOR

CCR PONTE

1. ASPECTOS INICIAIS

Pontes podem ser definidas como estruturas que ligam topônimos, vencem obstáculos, transpõem acidentes geográficos, encurtam distâncias, dão continuidade às rodovias, enfim, são obras de extrema necessidade ao deslocamento e conforto da vida humana. Será que alguém já fez a indagação de que é possível viver sem elas, ou o que elas representam para o seu cotidiano?

Algumas pontes no mundo são verdadeiros ícones internacionais, em razão de emoldurarem paisagens, pelo que são também conhecidas como obras de arte especiais. Encaixam-se nesta assertiva a Golden Gate, em São Francisco, nos Estados Unidos, inaugurada em 1937; a Akashi Kaikyo, em Kobe, no Japão, aberta ao tráfego em 1998 (fig.1); a Ponte Rio-Niterói, em serviço desde 04 de março de 1974 (fig.2); e tantas outras, como as recentes edificadas na China, seja a Donghai, funcionando desde 2005, com 32,5 km, seja a Hangzhou Bay Bridge, ligando Ningbo a Shanghai, com 36 km, aberta em 2008, e, mais recentemente, a Jiao Zhou Wan Bay Bridge, funcionando a partir 30 de junho de 2011, com 42 km, a maior ponte do mundo, desbancando o título da Lake Pontchartrain Bridge, nos Estados Unidos, com 38 km, e que durante 42 anos manteve esse recorde. A atual

Foto 1 – Akashi Kaikyo Bridge, no Japão, o maior vão do mundo, com 1990.80m



maior ponte do planeta Terra foi edificada em homenagem aos 90 anos do partido comunista.

Apesar de toda essa significância, a história não sabe precisar quando foi construída a primeira ponte pelo homem, visto não haver registro confiável indicando o local e a data da primogênita obra de arte especial edificada pelo ser humano.

A literatura técnica especial sobre pontes e viadutos sugere que a natureza se encarregou de moldar, pela contínua ação eólica ao longo de milhares de anos, as emblemáticas travessias em rocha observadas no Parque Nacional de Utah, nos Estados Unidos (fig.3), consideradas as primeiras “pontes” pelas quais o homem pré-histórico fez uso para encurtar distâncias.

Foto 2 – Ponte Rio-Niterói. A maior obra de arte especial do hemisfério sul, com 14 km



Datam de épocas remotas as pontes em pedra edificadas pelo homem, representando belo exemplo a estrutura de 51m, formada por 17 vãos de 3m cada, na Inglaterra, cuja data de construção o tempo se encarregou de esquecer. A obra, entretanto, é ainda hoje considerada uma relíquia pelos ingleses e retratada em literatura sobre o assunto

O advento das pontes construídas em aço e o surgimento do cimento em 1824, que gerou a era das pontes em concreto armado e, posteriormente, em concreto protendido, permitiram a construção de obras de arte especiais magníficas, dentre as quais as citadas em parágrafo anterior.

2. VISTORIA E MANUTENÇÃO DAS PONTES NO BRASIL

Inaugurada em 1974, a Ponte Rio-Niterói permaneceu até 1979, sem qualquer tipo de vistoria de suas estruturas e isto foi determinante para que, quando das primeiras inspeções, em fevereiro daquele ano, o declínio de sua qualidade fosse observado, motivado pela ineficácia das juntas de dilatação, pelas trincas nas uniões soldadas e no metal base dos vãos metálicos, e na pavimentação asfalto/epóxi sobre as chapas da mesa superior ortótropa. A partir daquela data, a ponte jamais deixou de ter manutenção, mesmo que, antes da concessão, as ações reparadoras e mantenedoras não atendessem plenamente as necessidades da obra. Apesar de tudo, o início das vistorias e manutenções da Ponte Rio-Niterói é um marco no Brasil, não se conhecendo outra ponte ou viaduto que, antes dela, tenha passado por vistoria e reparação similares.

A ênfase no construir e o descaso no manter é notório em nosso país, sendo que os exemplos podem ser vistos no âmbito municipal, estadual e federal, a exceção das obras de arte especiais nas rodovias concessionadas, estas sempre melhor tratadas por força de exigência contratual. Em decorrência disso, a manutenção de pontes no Brasil não é mais um problema grave, mas crítico.

Em janeiro de 2011, uma audiência pública no auditório do DNIT, em Brasília, onde o autor se fez presente, exibiu a sugestão daquele órgão com respeito às pontes brasileiras nas rodovias federais, aquelas sob a jurisdição direta do governo, através do programa denominado PROARTE – Programa de Recuperação de Obras de Arte Especiais. A idéia inicial era recuperar 500 pontes mediante a aplicação de recursos da ordem de R\$ 1.200.000.000,00 (um bilhão e duzentos milhões de reais) e, posteriormente mais 4500 obras, programadas para consumirem algo em torno de R\$ 4.800.000.000,00 (quatro bilhões e oitocentos milhões de reais). Em abril de 2012, 14 meses depois, no evento Road Show, realizado em São Paulo, o programa ainda não tinha começado, continuando suspenso por motivos de ajustes e adequações, conforme pronunciamento do diretor geral do DNIT.

Nunca se sabe com exatidão a quantidade de pontes no cenário de rodovias federais. Em alguns pronunciamentos externados em congressos e afins, técnicos do setor no governo teriam contabilizado cerca de 8.000 obras de arte especiais, mas este número jamais foi seguramente confirmado.

Figura 3 – “Ponte” moldada pela ação eólica durante milhares de anos, no Parque Nacional de Utah, nos Estados Unidos



O descaso com a manutenção das pontes e viadutos não é apenas “privilégio” no âmbito federal, mas também nos segmentos estadual e municipal. Alguns acidentes recentes traduzem esta afirmação, podendo ser destacado a Ponte dos Remédios em São Paulo, que ficou interditada alguns meses, por conta de problemas estruturais, e voltou a apresentar descontinuidade com a queda de um dos passeios, recentemente.

No Rio de Janeiro o autor tem conhecimento de algumas obras de arte especiais que contêm vários defeitos, sem que as suas estruturas sejam reparadas em tempo hábil. O Elevado do Joá é um exemplo de notórias notícias em jornais, por conta do seu estado precário, tanto no que se refere à durabilidade quanto ao aspecto estrutural.

3. PATOLOGIAS FREQUENTES

Uma extensa variedade de patologias pode ser encontrada nas obras de arte especiais no Brasil, porém algumas costumam ser mais frequentemente vistas, como já dito, juntas de dilatação ineficazes, aparelhos de apoio disformes e corrosão de armaduras. Ainda que não tão comum, tem-se notícia de que reação álcali-agregado está sendo observada em determinadas pontes e viadutos, fato que há 10 anos não se tinha notícias.

A experiência do autor tem revelado que dificilmente se encontra uma ponte ou viaduto cujas juntas de dilatação estejam desempenhando com plenitude as funções para as quais foram concebidas. Sabe-se que, em primeiro lugar, as juntas de dilatação existem para vedar a passagem de águas pluviais, situação que normalmente não é verificada, pelo menos na maioria esmagadora das obras de arte especiais no Brasil.

Os aparelhos de apoio em elastômero fretado também participam com boa parcela de descontinuidades observadas nas obras, muitas vezes por conta de pouco tempo de atuação normal em serviço. Apesar de representarem pequena parcela do custo do empreendimento, aparelhos de apoio e junta de dilatação podem responder por grande parcela das dores de cabeça.

Ao longo de cerca de 3.000 obras de arte especiais vistoriadas pelo autor, a corrosão de armaduras foi uma patologia muito freqüente, o que a torna lugar comum em praticamente toda ponte ou viaduto em vias de ser recuperado.

Os gastos com a reparação das obras de arte especiais apresentando as lesões indicadas anteriormente são vultosos e, por conseguinte, qualquer medida que venha a minorar tais custos é sempre bem vinda.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS EM OBRAS NOVAS E EM OBRAS A SEREM REPARADAS

Dos quatro defeitos elencados no parágrafo anterior não será objeto de análise mais detalhada a reação álcali-agregado, porquanto se trata de uma patologia que ainda não se conhece plenamente todas as suas nuances, embora uma série de pesquisadores já tenha se dedicado a estudos mais profundos e o assunto, atualmente, seja melhor entendido.

As obras em construção têm por obrigação realizar análise dos agregados, para avaliar a possibilidade de uma futura reação com os álcalis do cimento. Isto poderá evitar a formação de um gel de alto poder expansivo, capaz de suplantar as tensões de tração do concreto, dando início a um estado fissuratório incomum.

A caracterização dos agregados, como medida preventiva, deverá contemplar a análise petrográfica, para identificar a presença de fases reativas. O ensaio acelerado em barras de argamassa e o ensaio de longa duração em prisma de concreto são capitais à identificação prévia do problema. É importante assinalar que a ABNT NBR 15577-2 indica a periodicidade com que deve ser realizado ensaio dos agregados, para verificação da potencialidade reativa.

O assunto deixa dúvida quanto à informação de que a reação álcali-agregado só pode ser evitada com conhecimento prévio da potencialidade do material, tendo em conta que já se fala que, mesmo confirmado ser inócuo, o desenvolvimento das reações pode, no futuro, ocorrer, conforme comentado durante o evento Bridges Brazil 2012.

4.1 JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação são uma parte da obra que vem sendo estudada há mais de 35 anos pelo autor. O autor pode asseverar que a maioria esmagadora das pontes e viadutos no Brasil sofre de juntas defeituosas que não desempenham plenamente as funções para as quais foram projetadas.

O difícil é atribuir a quem cabe a maior parcela de culpa pelas juntas apresentando defeitos. Certamente, o proprietário das obras responde por parcela ponderável da culpabilidade, já que, em outras construções, o mesmo tipo de junta que apresentou deficiência precoce vem a ser usado novamente, como se nada desabonasse a sua aplicação. Construtores e projetistas também participam do vício da aplicação de uma junta que não funcionou a contento, fazendo uso do mesmo procedimento em outras obras. Desconhecimento ou desatenção sobre o fato?

É de assinalar, também, que há os defeitos intrínsecos das juntas (fig.4), e as patologias por elas geradas com a sua ineficácia, estas sobejamente mais danosas às estruturas de concreto, com a formação de estalactites, lixiviação, eflorescências, manchas de umidade, exposição e corrosão das armaduras.

Para atenuar o problema, sugere-se, no mínimo, que sejam postas em prática as seguintes medidas, quando da aquisição das juntas:

- Fixar na tomada de preço que a unidade fabril deve abrir as portas para o desenvolvimento de um trabalho de acompanhamento da produção e do controle da qualidade internos, por parte do cliente;
- Verificar a realização de todos os ensaios de qualidade do material, de acordo com a ABNT NBR 12624:2006, na unidade laboratorial do parque fabril;
- Extrair amostra do material de acordo com as imposições dessa norma, e enviar para laboratório idôneo, externamente à fábrica;
- Acompanhar, na íntegra, todos os ensaios de qualidade conforme a ABNT NBR 12624:2004, sem esquecer o teste acelerado de envelhecimento em ozônio, que traduz a vida útil do material, já que está se tratando de perfis extrudados de elastômero;
- Exigir e fazer cumprir o prazo de garantia oferecido pelo fabricante e instalador da junta, que não deve ser menor que cinco anos;
- Observar atentamente o desempenho da junta durante e após períodos chuvosos, onde pode ser constatada a eficácia do processo quanto à vedação contra a passagem de águas pluviais;
- Exigir os devidos reparos em tempo hábil, tão logo seja diagnosticada qualquer deficiência, tanto de vedação quanto de qualidade de rodagem.

Figura 4 – Ineficácia de junta de dilatação permitindo passagem de água pluvial



Se as etapas anteriores forem seguidas, será possível que os defeitos oriundos das juntas, que tanto prejudicam as obras e custam muito às reparações, sejam reduzidos.

Quando da elaboração deste trabalho, o Brasil dava os primeiros passos na aplicação de juntas de dilatação do tipo selante, em substituição aos perfis extrudados de elastômero. Alguns fracassos foram inicialmente observados (fig 5), porém outros fabricantes apostavam no sucesso de novos selantes, conquanto as aplicações práticas ainda fossem muito incipientes para prognosticar qualquer comentário mais amíuêde.

4.2 APARELHOS DE APOIO

Quanto aos aparelhos de apoio em policloropreno, a receita para o sucesso passa pelas mesmas etapas

Figura 5 – Defeito em fenda de dilatação apetrechada com selante moldado no local



Figura 6 – Instalação errônea de aparelho de apoio, motivando expulsão da almofada do berço de assentamento



indicadas para as juntas de dilatação, alterando apenas a norma que os regem, a saber, ABNT NBR 9783:1987.

Entretanto, é necessário lembrar que enquanto as juntas de dilatação são aplicadas por empresa especializada, o que poderia, em princípio, garantir estarem menos suscetíveis a problemas, os aparelhos de apoio fixos em policloropreno fretado são instalados pelo próprio construtor, aumentando sensivelmente as chances de surgimento de defeitos já nessa ocasião.

De tanto observar aplicabilidade de apoios de forma errônea (fig.6), chega-se a conclusão de que nada adianta uma produção esmerada, com atendimento aos índices normativos, se a instalação é falha. As regras mínimas que devem ser levadas em conta na instalação de aparelhos de apoio retangulares, que são a maioria no Brasil, são:

- O centro de gravidade da almofada de policloropreno deve coincidir com o centro de gravidade do berço de assentamento;
- A menor dimensão da almofada elástica deve ser colocada no sentido longitudinal da viga;
- Não deve haver obliquidade entre o apoio e o fundo da viga/berço de assentamento.

Além disso, o berço de assentamento e o da viga devem estar perfeitamente paralelos, para que haja uma distribuição perfeita de carregamento, sem o que algumas áreas do apoio podem vir a ser mais solicitadas que outras, favorecendo a possibilidade de au-

mento de bojamentos laterais das camadas individuais de elastômero, com o conseqüente aparecimento de fissuras ou rasgamentos.

4.3 CORROSÃO DE ARMADURAS

Como em qualquer outro segmento da vida, a construção das pontes e viadutos também passa por processos evolutivos. Nos dias atuais, o mercado exibe várias categorias de cimento, a sílica ativa pode entrar com algum percentual na quantidade de aglomerante total, possibilitando concretos com propriedades especiais, os agregados podem ser selecionados, de forma a evitar eventuais problemas futuros com a reação álcali-agregado, os aditivos de última geração permitem dosificações com baixíssimas relações água/aglomerante, culminando com resistências elevadíssimas e durabilidade assegurada, além das resinas e concretos de pós reativos. Todas essas novas tecnologias têm proporcionado obras espetaculares e cada vez mais arrojadas.

Todavia, que medida tem sido tomada pela engenharia civil para minimizar ou até evitar a corrosão das armaduras, uma das mais cotidianas patologias que pontes e viadutos exibem? Que obra carece de recuperação sem que a corrosão das armaduras não esteja presente?

Estudos internacionais dão conta de que entre 20 e 25% do aço produzido no mundo são perdidos anualmente por causa da corrosão, equivalendo a dizer que isto representou cerca de 4% do PIB de uma nação como os Estados Unidos, durante levantamento estatístico realizado em 1975. São bilhões e bilhões de dólares perdidos com a destruição de materiais metálicos com a corrosão.

O saudoso, e não menos famoso, professor Vicente Gentil comenta em seu livro sobre corrosão que durante reunião sobre o assunto realizada em Bruxelas, em 1937, um painel apresentava “enquanto você lê este painel 750 kg de ferro estão sendo corroídos”. De lá para cá, com o progresso da civilização, esse número só tem aumentado.

Desnecessário é assinalar que o aço é um produto que tem como matéria prima o minério extraído

Figura 7 – Corrosão de armaduras principais de pilar



da natureza e, portanto, toda vez que ele é destruído por corrosão, tem-se que recorrer aos mananciais “in natura”, ou seja, abusa-se da exploração terrena para suprir o que foi consumido por esta patologia, que é um processo natural dos materiais metálicos.

Em pontes e viadutos, o autor tem observado que, invariavelmente, a corrosão está presente em todas as obras que careçam de ser recuperadas. Juntamente com os defeitos intrínsecos das juntas de dilatação, a corrosão é a patologia mais assídua nas construções (fig.7).

Que motivos levam a corrosão ser tão presente nas obras de arte especiais? Talvez a resposta seja um somatório de causas que culminam na contaminação da armadura, quando em contato com o oxigênio do ar. Certamente é uma afirmação que tem crédito, mas muito aberta. O que poderia ser mais diretamente imputada como causa?

A experiência de cerca de 3000 obras vistoriadas tem revelado que a diminuta espessura de cobrimento das armaduras é lugar comum, e isto, com certeza, tem motivado o surgimento de aços corroídos. No recente evento Mega Pontes, em março de 2012, em São Paulo, um engenheiro de uma das maiores construtoras do Brasil foi categórico em afirmar que, de fato, os cuidados com a garantia no cobrimento das armaduras são muito pouco, ou quase nenhum, em razão de que tudo fica por conta dos obreiros, que certamente não têm consciência tecnológica para discernir sobre a importância de um correto espaçamen-

to entre a armadura e a epiderme do concreto. Até na Ponte Rio-Niterói, obra edificada exemplarmente, a corrosão por deficiência de cobrimento se faz presente em algumas lajes inferiores da superestrutura do Trecho sobre o Mar, não havendo consequências maiores pela pronta ação reparatória imposta pela Concessionária da Ponte S/A.

Como se sabe que o quadro de exposição e corrosão das armaduras é este há muitos anos, a situação reforça a utilização de barras de aço galvanizadas para o concreto armado, a exemplo do que é adotado em algumas obras nos Estados Unidos, Taiwan, México, Bermudas, Chile, e outros países, que viram reduzir os despropositados gastos com manutenção, na medida em que inseriam armaduras galvanizadas em suas construções, ou recuperações.

Conquanto sejam mais dispendiosas no ato da compra, ao longo dos anos as barras de aço galvanizadas se tornam muito mais baratas, na medida em que eliminam a possibilidade de manutenção mais amiúde das obras, resultando em grande economia. Os galvanizadores anunciam pelo menos 50 anos de garantia no processo da galvanização à quente, através de um banho de zinco a altas temperaturas das barras de aço, e prazo até maior caso o sistema seja duplo, isto é, também pintado com tinta à base de zinco.

Levantamento efetuado com os reparos na Ponte Rio-Niterói de 1979 a 1995, isto é, antes da concessão, indica que se tivessem sido utilizadas barras de aço galvanizadas durante a construção, em 17 anos elas estariam pagas, com o montante que deixaria de ser gasto na manutenção contra a corrosão.

No Museu Iberê Camargo, em Porto Alegre, por imposição do projeto arquitetônico, foram utilizadas barras de aço galvanizadas, como forma de evitar as manchas avermelhadas no acabamento superficial do concreto de coloração branca. No Rio de Janeiro, na construção do Museu de Arte do Rio, as armaduras são galvanizadas. Na reparação do Elevado da Avenida Perimetral, também no Rio, no trecho que não se cogita demolição, as especificações do projeto de recuperação indicam barras de aço galvanizadas.

5. CONCLUSÕES

Defeitos em juntas de dilatação, aparelhos de apoio e corrosão das armaduras estão intimamente relacionados à sustentabilidade, na medida em que se extrai da natureza as matérias primas às suas confecções. Em assim sendo, deve-se observar os princípios de um desenvolvimento sustentável, que é aquele que não agride ou reduz de forma agressiva os recursos para as gerações futuras, mantendo o equilíbrio do tripé social-ambiental-econômico.

Se as regras aqui indicadas para aparelhos de apoio e juntas de dilatação forem seguidas, a redução de defeitos nestes elementos será notória.

Se forem utilizadas barras de aço galvanizadas no concreto armado, a redução dos custos de manutenção será visível.

A junção dos dois parágrafos anteriores permite asseverar que a sustentabilidade vem à reboque, tendo em conta que se deixa de explorar a natureza de forma vil.

Referências Bibliográficas

- [01] Gentil, Vicente – Corrosão, 3ª edição 2003
- [02] Siqueira, Carlos Henrique – Aparelhos de Apoio de Elastômero Fretado, Uma Visão Técnico-Econômica – 2003.
- [03] Brown, David J. – Bridges, Three Thousand Years of Defying Nature – 1996.
- [04] ICZ – Instituto de Metais não Ferrosos – Catálogos sobre galvanização à quente – 2011.
- [05] IDD – Instituto De Luca, Daher – Notas de aulas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da cadeira de História de Pontes e Viadutos de Concreto – 2012. ●



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

Alvenaria de vedação com blocos de concreto

O emprego da alvenaria de blocos de concreto vem crescendo em nosso país, principalmente no segmento residencial, com vistas à racionalização construtiva. Para atender a demanda por capacitação profissional neste método construtivo, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) oferece o curso “Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto”, cujo objetivo é apresentar as características das paredes de blocos a partir do projeto, execução e controle tecnológico.

Turmas: 19/06

Local: ABCP/SP

Inscrições: www.abcp.org.br

Curso intensivo de tecnologia básica do concreto

O concreto é o material construtivo mais utilizado no mundo, por sua enorme plasticidade, excelente desempenho e baixo custo. Com vistas a tirar mais proveito de seus benefícios, a ABCP oferece aos profissionais da cadeia produtiva do concreto o curso intensivo de tecnologia básica do concreto, que apresenta os conhecimentos sobre seus materiais constituintes, propriedades, produção, controle, aplicação e critérios de aceitação.

Datas **Local**

3 a 5 de julho ABCP/SP

24 a 26 de julho ABCP/SP

6 e 7 de agosto ABCP/PR

Inscrições: www.abcp.org.br

Curso básico de alvenaria estrutural com blocos de concreto

A alvenaria estrutural com blocos de concreto é um dos sistemas construtivos mais utilizados no Brasil e no mundo, devido ao seu custo competitivo e elevado nível tecnológico. O curso apresenta os conceitos básicos do sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto, abordando todas as etapas para sua efetiva implementação, tais como: diretrizes para o projeto estrutural, gerenciamento dos projetos e compatibilização dos sistemas, desempenho de materiais e componentes, metodologia de execução e controle da qualidade e aceitação na obra.

Datas **Local**

10 e 11 de julho ABCP/SP

11 e 12 de setembro ABCP/PR

Inscrições: www.abcp.org.br

Adicione conhecimento ao seu concreto.

ACESSE:

www.massacinzenta.com.br

ENTREVISTAS, PODCASTS E ARTIGOS EXCLUSIVOS SOBRE ATUALIDADES DO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ÁREA TÉCNICA • GESTÃO • SUSTENTABILIDADE
INOVAÇÃO • UNIVERSIDADE E PESQUISA



Guia Básico de Utilização do Cimento Portland



→ 8ª edição | Revista, atualizada e ampliada

→ Arnaldo Forti Battagin e Hugo da Costa Rodrigues Filho (aut.)

→ EDITORA: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP

O cimento Portland é o material de construção mais utilizado no mundo. Apesar de sua invenção ter ocorrido há mais de um século e, em nosso País, sua efetiva produção ter-se iniciado há cerca de 85 anos, muitos fazem uso dele sem conhecê-lo com maior rigor.

A publicação foi preparada em uma linguagem acessível para que todos aqueles que utilizem o cimento Portland possam adquirir um conhecimento mais amplo desse produto quanto ao seu histórico, matérias primas, produção, controle de qualidade, tipos disponíveis, normalização brasileira, principais aplicações e cuidados na estocagem, além das efetivas ações da indústria do cimento para proteção do meio ambiente no que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa.

→ **Compre em:** www.abcp.org.br

Parâmetros para Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto



→ Guilherme Aris Parsekian (coord.)

→ EDITORA: EdUFSCar (Editora da Universidade Federal de São Carlos)

Resultado de pesquisa realizada em escritórios de projeto e de discussões técnicas entre 12 projetistas de âmbito nacional e de grande experiência profissional, coordenadas pelo professor do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de São Carlos (UFSCar), Guilherme Parsekian, a obra traz as melhores práticas para projeto de edifícios de alvenaria estrutural com blocos de concreto, incluindo indicação de parâmetros a serem adotados e detalhes típicos.

Segundo o coordenador, espera-se que os projetistas de estruturas aproveitem a experiência condensada no livro para realizar seus projetos e que as construtoras e engenheiros tenha em mãos um manual técnico para a discussão, com seus projetistas,

das melhores maneiras de se aplicar o conhecimento sobre este método construtivo.

→ **Compre em:** www.editora.ufscar.br

Estruturas Pré-Moldadas no Mundo: aplicações e comportamento estrutural



→ Carlos Chastre e Válder Lúcio (coord.)

→ EDITORA: ABCIC - Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto

Viabilizado pela iniciativa integrada da ABCIC e da ANIPB (Associação Nacional dos Industriais de Pré-Fabricação em Betão), que representam a pré-fabricação em concreto no Brasil e em Portugal,

o livro reúne 14 artigos redigidos pelos membros da Comissão 6 da Federação Internacional do Concreto (fib), que contribuíram com suas experiências na utilização de estruturas pré-moldadas em diferentes países.

→ Compre em: www.abcic.org.br

Manual for detailing reinforced concrete structures to EC2



→ José Calavera (aut.)

→ Editora: Spon Press

Escrito pelo presidente honorário do INTEMAC (Technical Institute of Materials and Construction) e professor emérito da Universidade Politécnica de Madri, José Calavera, o livro, editado em inglês, é guia completo para engenheiros que trabalham com concreto

armado, trazendo, em detalhes, modelos, comentários e recomendações com respeito a 213 elementos estruturais, tendo por base o Eurocódigo 2.

→ Compre em: www.sponpress.com

CIMENTO NACIONAL PERFORMANCE SUPERIOR PARA QUEM PROCURA QUALIDADE



giacometti

O CIMENTO COM A FORÇA DO BRASIL

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

9º Encontro Unificado da Cadeia Produtiva da Construção – Minascon 2012

Ponto de encontro entre fornecedores, consumidores, profissionais liberais e os demais envolvidos na cadeia produtiva da construção civil, o Minascon realiza sua nona edição, de 27 a 30 de junho, no Expominas, com o tema do desenvolvimento e sustentabilidade.

Entre os destaques da programação:

- Palestra Magna com o ex-ministro da Fazenda, Mailson da Nóbrega, sobre as perspectivas da economia brasileira;
- Concurso Mãos à Obra, com apresentação dos trabalhos inscritos sobre projetos de gestão de saúde e segurança do trabalho; projetos

de inovação e tecnologia para agregar valor à cadeia produtiva; projetos de sustentabilidade no setor construtivo; e sistemas construtivos industrializados;

- 2º Fórum de discussão do Ambiente Construído: compromisso com desempenho, eficiência energética e sustentabilidade;
- Concurso “A Ponte” 2012, com apresentação e avaliação dos protótipos de tabuleiro de uma ponte;
- Seminário e Oficina Cidades Cicláveis, onde se discutirão os desafios dos projetos de mobilidade urbana nas cidades.

Mais informações: www.fiemg.com.br

Curso IBRACON-RILEM sobre Concreto Autoadensável

Paralelamente ao 54º Congresso Brasileiro do Concreto, vai ser oferecido o mini-curso, de realização conjunta entre o IBRACON e a RILEM, sobre concreto autoadensável, nos dias 8 e 11 de outubro, no Centro Cultural e de Eventos Ruth Cardoso, em Maceió, Alagoas.

O conteúdo do curso, baseado no livro homônimo dos professores De

Schutter, Bartos, Domone e Gibbs, será ministrado pelo próprio Prof. Geert De Schutter (Ghent University), atual diretor de desenvolvimento da RILEM, pelo Eng. Pieter Desnerck e pelo Prof. Bernardo Tutikian (Unisinos), diretor regional do IBRACON. As vagas são limitadas a 90 inscritos.

Mais informações: www.ibracon.org.br



SCHWING Stetter

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



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


FABRICAÇÃO · TRANSPORTE · BOMBEAMENTO · DISTRIBUIÇÃO · RECICLAGEM

Avaliação de projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil de grandes geradores

PAULO C. C. GOMES – PROFESSOR ASSOCIADO

LÍCIA H. ALMEIDA – GRADUANDA EM ENGENHARIA CIVIL

FÁBIO A. PEREIRA – GRADUANDO EM ENGENHARIA CIVIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

MARLOS G. BARBOSA – ENGENHEIRO CIVIL

BARBOSA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é responsável por grandes consumos de recursos naturais; em contrapartida, é um dos segmentos mais importante para economia de um país e a sobrevivência do ser humano (AGOPYAN; JOHN, 2011). Diminuir o consumo de recursos naturais, substituir os recursos naturais por recursos renováveis, reduzir o desperdício e reaproveitar ou reciclar os resíduos de construção são ações que vêm crescendo dentro do setor da construção (GOMES et. al.), porém tais ações dependem diretamente de normalizações, gestões e políticas mais eficazes e eficientes.

O governo através de Políticas Nacionais, LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, tem tratado sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Na Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, e suas alterações de Nº 348, de 16 de agosto de 2004, e de Nº 431, de 24 de maio de 2011, tem estabelecido diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil,

disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Resolução 307, e suas alterações 348 e 431, classifica os resíduos da construção civil da seguinte forma:

- I - CLASSE "A" – São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - de construção, de demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II - CLASSE "B" – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- III - CLASSE "C" – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- IV - CLASSE "D" – são os resíduos perigosos oriundos do



processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Na mesma Resolução 307 é atribuída responsabilidade aos grandes geradores de resíduos obrigando-os a elaborarem seus projetos de gestão dos resíduos produzidos no canteiro de obra, denominados de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O PGRCC trata diretamente da gestão dos resíduos de construção gerados no canteiro de obra, sendo uma importante ferramenta na redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado dos resíduos. Apesar das exigências aos grandes geradores, a Resolução 307 não define quem são esses grandes geradores. Deduz-se que isso deve ficar a cargo de cada Município, que deve estabelecer uma linha de corte, ou seja, uma cota limite para geração de entulho, o qual define quem é grande e pequeno gerador.

A definição de grandes e pequenos geradores, em vários municípios, geralmente é em função de uma cota limite de geração de entulho, por exemplo: empreendedores de obras que excedam 600 m² (seiscentos metros quadrados) de área construída ou 100 m² (cem metros quadrados) de área de demolição são considerados grandes geradores e deverão apresentar o PGRCC. Outros já definem em função de volumes gerados de Resíduos da Construção Civil (RCC) como, por exemplo, geradores de grandes volumes maiores que 1 m³ (Pinto e González, 2005). Em algumas cidades os geradores cuja obra esteja entre 70 e 600 m² de área construída ou inferior a 100 m² de área de demolição devem apresentar um Projeto Simplificado na forma de formulário específico. Esses projetos são aprovados por ocasião da obtenção do licenciamento ambiental da obra ou da obtenção do alvará de construção, reforma e ampliação ou demolição. De acordo com a política de gestão dos Municípios, o PGRCC deve ser apresentado em conjunto com o projeto físico no processo de aprovação do mesmo junto ao município.

1.1 PROJETO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - PGRCC

O PGRCC deve ser elaborado pelos grandes geradores e ter como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos seus resíduos, assim é definido pelo CONAMA.

Existem manuais, cartilhas, guias, dissertações e teses que tratam da gestão de resíduos da construção e especificamente do PGRCC. A maioria dessas ações é desenvolvida pelo SINDUSCON, como exemplo o de São Paulo, Sergipe e Minas Gerais; pelo SEBRAE, Distrito Federal e Alagoas; pelo CREA, Paraná, e outras instituições. Esses documentos apresentam informações detalhadas sobre gestão de resíduos tanto a nível municipal como no canteiro de obras e trazem propostas relacionadas ao PGRCC.

Segundo o CONAMA, o PGRCC deverá ser apresentado ao Órgão Municipal cabível no momento da solicitação do alvará de construção, reforma, ampliação, demolição ou, até mesmo, licenciamentos ambientais. O projeto deve contemplar as seguintes etapas:

- I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na resolução.

Além disso, o município exige que o PGRCC contenha as seguintes informações:

- Planta de situação e localização do empreendimento e ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) do Responsável Técnico;
- Identificação do empreendedor;
- Caracterização do empreendimento: neste item, é identificado e feito a previsão de quantificação dos resíduos, por classe, de acordo com o cronograma da obra.

Para auxiliar na elaboração dos PGRCC, alguns estados como Paraná, Pernambuco e Alagoas têm recomendado o uso de um Termo de Referência., outros, já fazem essa orientação em forma de cartilha (JUNIOR, 2005), guia (LIMA; LIMA, 2009) e manual (BLUMENSCHIN, 2007). O Termo de Referência tem como finalidade orientar os grandes geradores na elaboração dos PGRCC apresentando os conteúdos que devem fazer parte do projeto, estabelecendo uma metodologia para a elaboração, e dessa forma, contribuindo para a redução da geração de RCC no Município. A seguir é apresentado os itens de um termo de referência.

1.2 TERMO DE REFERÊNCIA

1.2.1 Informações gerais

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- a) Pessoa Jurídica: Razão Social, Nome Fantasia, Endereço Completo, CNPJ, Alvará e Responsável Legal pela Empresa (nome, CPF, telefone, fax e e-mail).
- b) Pessoa Física: Nome, Endereço Completo, CPF e Documento de Identidade.

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA OBRA

- Deve constar o Nome, Endereço Completo, CPF, Telefone/Fax, E-mail e inscrição no Conselho Profissional (CREA).

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PGRCC

- O PGRCC deve ser elaborado por um profissional ou equipe técnica devidamente habilitada nas áreas de: Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental, Engenharia Química, Engenharia Sanitária, Arquitetura ou Biologia, com inscrição no Conselho de Classe referido ou com pós-graduação na área de meio ambiente.
- Deve constar o Nome, Endereço Completo, Telefone/Fax, E-mail e original da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART no respectivo Conselho Profissional.
- Conforme os dados apresentados, devem ser apontados os demais integrantes no caso de equipe técnica responsável pela implementação do PGRCC.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Localização: endereço completo e indicação fiscal, caracterização do sistema construtivo (descrever de maneira sucinta as características predominantes da obra) ou processo de demolição, apresentação da Planta Arquitetônica de Implantação, incluindo o canteiro de obras, área total do terreno, área de projeção da construção e área total construída (conforme o quadro de áreas da ABNT NBR 12721:2006), previsão do número total de trabalhadores, incluindo os terceirizados e cronograma de execução da obra.

1.2.2 Elementos dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

- Classificar os tipos de resíduos sólidos produzidos pelo empreendimento. Estimar a geração média de resíduos por classe, tipo e etapa de obra (em kg ou m³). Descrever os procedimentos a serem adotados durante a obra para quantificação dos resíduos gerados, por classe e tipo.

MINIMIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

- O gerador deve descrever os procedimentos a serem adotados para a minimização da geração dos resíduos, por classe.

TRIAGEM DOS RESÍDUOS

- A segregação pode ser feita na origem ou nas Áreas de Transbordo e Triagem - ATT.
- O gerador deve descrever os procedimentos adotados quanto à segregação do RCC, a qual deve ser feita preferencialmente na origem. O processo de triagem tem como objetivo a separação do RCC de acordo com a sua classe. No momento da segregação, a mistura de RCC de diferentes classes deve ser evitada, pois prejudicará a qualidade final do resíduo. Deve ser apresentado um croqui que identifique no projeto do canteiro de obras o local apropriado para o processo de triagem, o que facilitará a sua remoção e encaminhamento à destinação escolhida.

ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS

- O Gerador deve informar o sistema adotado para acondicionamento de RCC para cada classe de resíduo, identificando as características construtivas dos equipamentos (dimensões e volume). Os RCC devem ser acondicionados conforme sua classificação e armazenados em locais apropriados de maneira a facilitar a coleta para o transporte sem prejudicar o andamento das atividades do empreendimento. Os locais de acondicionamento devem ser identificados de forma a evitar a mistura de resíduos de classes diferentes, garantindo a integridade dos materiais para posterior utilização. Deve ser apresentado um croqui que identifique no projeto do canteiro de obras local apropriado para o acondicionamento dos resíduos, o que facilitará a sua remoção e encaminhamento à destinação escolhida. Pode ser utilizado o mesmo croqui para a identificação do local de triagem e de acondicionamento de RCC.

TRANSPORTE DOS RESÍDUOS

- Identificar os possíveis responsáveis pela execução da coleta e do transporte dos resíduos gerados no empreendimento (Nome, CNPJ), endereço, telefone, tipos de veículos e equipamentos). Deve constar o volume estimado a ser transportado por cada empresa. O transporte do RCC deve ser realizado em conformidade com a legislação municipal vigente, por empresa de transporte devidamente cadastrada e licenciada no Órgão Municipal.



DESTINAÇÃO FINAL

- Devem ser indicadas as áreas de destinação para cada classe ou tipo de resíduo, devidamente autorizadas e licenciadas pelo órgão ambiental competente, e o responsável pela destinação dos resíduos, apresentando as seguintes informações: Razão Social, Nome Fantasia, Endereço Completo e CNPJ.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PGRCC

- Deve ser apresentado um cronograma de implementação do PGRCC para todo o período do empreendimento.

GESTÃO AMBIENTAL

- O Gerador deve descrever detalhadamente as ações de sensibilização, mobilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte.

1.3 DISPOSITIVOS E ACESSÓRIOS UTILIZADOS NO ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS

Considerando-se a triagem realizada na origem, após a segregação, os resíduos deverão ser corretamente acondicionados, em depósitos distintos. Essa prática garante que estes resíduos possam ser aproveitados numa futura utilização no canteiro de obras ou fora dele, evitando qualquer contaminação por impurezas que inviabilizem sua reutilização.

Os recipientes de armazenamento de RCC devem ser estrategicamente distribuídos na obra, de forma que sejam de fácil acesso, facilitando a chegada e saída de resíduos. É necessário levar em conta o volume gerado e a boa organização do canteiro de obras para escolha do local e dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento (CARNEIRO, 2001; EVANGELISTA, 2010; LIMA; LIMA, 2009). Os mais utilizados hoje são as bombonas, as bags, as baias e as caçambas estacionárias, descritos a seguir:

- Bombonas: são recipientes plásticos geralmente na cor azul, com capacidade de 50 litros de volume de armazenamento, os quais servem para depósito inicial de restos de madeira, sacaria de embalagens plásticas, aparas de tubulações, sacos e caixas de embalagens de papelão, papéis de escritório, restos de ferro, aço, fiação, arames, etc.
- Bags: se constituem em sacos de rafia reforçados com quatro alças e com capacidade em torno de 1m³ de volume de armazenamento. São geralmente utilizadas para depósito de restos de serragem, EPS (isopor), restos de uniformes, botas, tecidos, plásticos, embalagens de papelão, entre outros.

- Baias: São depósitos fixos, comumente construídos em madeira, nas dimensões que se adaptem às necessidades do espaço. São mais utilizadas para depósito de restos de madeira, aço, arames, EPS, serragem, etc.
- Caçambas Estacionárias: São recipientes metálicos com capacidade de armazenamento de 3 a 5m³, empregados no acondicionamento final de blocos cerâmicos e de concreto, argamassa, telhas cerâmicas, madeiras, placas de gesso, solo, etc.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar o PGRCC, elaborados por grandes geradores, e sua aplicação em obras no Município de Maceió, em atendimento ao Termo de Referência proposto pelo Órgão Municipal da cidade de Maceió.

3. METODOLOGIA

3.1 O PGRCC

Os exemplos dos PGRCC são de cinco empreendimentos imobiliários de edifícios pertencentes a construtoras atuantes no mercado de Maceió-AL. Os itens contidos nos projetos das empresas foram apresentados através de tabelas de acordo com os itens do Termo de referência.

3.2 AVALIAÇÃO DOS PGRCC

A avaliação dos PGRCC das construtoras se deu pela análise da qualidade dos projetos que foi feita comparando os dados que constam nos PGRCC com os requisitos do Termo de Referência (itens e subitens), descritos na Tabela 1.

Além disso, uma análise de autenticidade do projeto foi feita, a qual permitiu verificar se o mesmo está sendo cumprido no canteiro da obra da maneira como foi elaborado. Ainda na análise da autenticidade, os itens que dispersam do proposto em projeto foram classificados de acordo com os conceitos abaixo:

- Irrelevante – Não interfere na operacionalidade da gestão do resíduo considerado;
- Gravidade pequena – Não compromete a operacionalidade da gestão do resíduo considerado;
- Gravidade média – Compromete a operacionalidade da gestão do resíduo considerado, sendo necessária melhora no processo;
- Gravidade alta – Compromete a operacionalidade da gestão do resíduo considerado, havendo possibilidade de contaminação dos outros resíduos, tendo que haver melhora urgente no processo.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 QUALIDADE DO PGRCC

Os projetos apresentados foram avaliados quanto ao cumprimento dos itens definidos no termo de referência, o que pode nos fornecer a informação da qualidade do projeto analisado. A Tabela 2 mostra um comparativo dos cinco projetos analisados para uma obra de cada construtora, onde o símbolo p significa que o PGRCC está conforme com o termo de referência naquele item.

Na Figura 1, as porcentagens da não conformidade de cada obra são apresentadas.

Pelas porcentagens de não conformidades dos projetos em relação ao termo de referência, verifica-se que todos os PGRCC deixaram de fornecer alguma informação, tendo em vista que o termo de referência não especifica que alguns requisitos possam ser optativos, considerando que algumas informações são menos relevantes. A Obra 1 foi a que mais atendeu aos requisitos listados, enquanto que o PGRCC da Obra 5 foi a que menos atendeu aos requisitos.

4.2 AUTENTICIDADE DO PGRCC

Os dados da autenticidade foram obtidos através de visitas nas obras com os funcionários que participam do processo de gestão de resíduos no canteiro e através da observação dos procedimentos tomados na obra. Os resultados obtidos

são expostos na Tabela 3, relacionada às obras respectivas aos projetos 1, 2, 3, 4 e 5. A tabela 3 expõe os itens mais gerais dos projetos, outros itens serão especificados na descrição da autenticidade de cada obra.

A seguir são mostrados os gráficos da Figura 2, que apresentam a porcentagem de gravidade das não conformidades encontradas em cada obra.

A partir dos dados obtidos, nota-se que todas as três primeiras obras obtiveram índices elevados de ocorrências de alta gravidade (45%, 50% e 63%) principalmente devido a problemas com acondicionamento de resíduo classe D. Não existe acondicionamento inicial nem final, o que implica na mistura destes resíduos com os de classe A, nas caçambas estacionárias, contaminando resíduos com potencial para reutilização e/ou reciclagem. A destinação final também é um problema de gravidade alta para as mesmas obras, pois todos os resíduos são dispostos no Aterro Sanitário municipal, o que é incorreto, sendo de responsabilidade da Prefeitura Municipal oferecer Usinas de Reciclagem de Resíduos e/ou Áreas de Transbordo e Triagem para a deposição destes resíduos, proporcionando sua separação. Os resíduos perigosos podem ser dispostos em aterro licenciado para resíduos perigosos, mas não o são.

As ocorrências irrelevantes da obra 1, que também apresentaram grande porcentagem, referem-se às dimensões das bombonas, que foram substituídas por outras com maior capacidade, e a não utilização dos “big

Tabela 1 – Requisitos do Termo de Referência

1 - Informações gerais	5 - Triagem dos resíduos
Identificação do empreendedor Responsável técnico pela obra Responsável técnico pela elaboração do PGRCC Responsável técnico pela elaboração do PGRCC	Croqui de identificação do local de triagem
2. Caracterização do empreendimento	6 - Acondicionamento dos resíduos
Localização Caracterização do sistema construtivo Apresentação da planta arquitetônica de implantação Tabela de áreas Número total de trabalhadores Cronograma de execução da obra	Características dos dispositivos de acondicionamento Croqui de identificação do local de acondicionamento
3 - Caracterização dos resíduos	7 - Transporte dos resíduos
Separação em classes Estimativa de geração	Identificar os possíveis transportadores Transporte interno Transporte externo
4 - Minimização dos resíduos	8 - Destinação final dos resíduos
	Indicação das áreas de destinação por classe de resíduo
	9 - Plano de capacitação
	10 - Cronograma de implementação do PGRCC

Tabela 2 – Levantamento de não conformidade dos PGRCC das construtoras, em relação ao termo de referência

Requisitos do Termo de Referência	PGRCC das Obras				
	1	2	3	4	5
Identificação do empreendedor	✓	✓	✓	✓	NÃO
Responsável técnico pela obra	✓	✓	✓	✓	NÃO
Responsável técnico pela elaboração do PGRCC	✓	✓	✓	✓	✓
Responsável técnico pela implementação do PGRCC	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Localização	✓	✓	✓	✓	✓
Caracterização do sistema construtivo	✓	✓	NÃO	✓	NÃO
Apresentação da planta arquitetônica de implantação	✓	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Tabela de áreas	✓	✓	✓	NÃO	NÃO
Número total de trabalhadores	✓	✓	✓	✓	NÃO
Cronograma de execução da obra	✓	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Separação em classes	✓	✓	✓	✓	✓
Estimativa de geração	✓	NÃO	✓	✓	NÃO
Minimização dos Resíduos	✓	✓	✓	NÃO	✓
Croqui de identificação do local de triagem	✓	✓	NÃO	✓	NÃO
Características dos dispositivos de acondicionamento	✓	NÃO	NÃO	NÃO	✓
Croqui de identificação do local de acondicionamento	✓	✓	NÃO	✓	NÃO
Identificar os possíveis transportadores	NÃO	✓	NÃO	NÃO	✓
Transporte interno	✓	✓	✓	✓	✓
Transporte externo	✓	✓	✓	✓	✓
Indicação das áreas de destinação por classe de resíduo	✓	✓	✓	✓	✓
Plano de Capacitação	NÃO	NÃO	NÃO	✓	NÃO
Cronograma de Implementação do PGRCC	✓	✓	NÃO	NÃO	NÃO

bags”, que foram substituídas por baias. Outras se referem ao acondicionamento inicial e final da serragem, e acondicionamento final do solo, pois ainda estão sendo armazenados e não há mistura deles com outros resíduos.

A ocorrência de pequena gravidade diz respeito ao acondicionamento inicial do gesso, que, apesar de diferente, está sendo realizado com alguma contaminação do resíduo. Porém, no acondicionamento final, este resíduo torna-se uma ocorrência de alta gravidade, pois é misturado ao resíduo classe A, juntamente com os resíduos perigosos.

Na obra 2, as ocorrências ditas irrelevante, pequena e média se mostraram distribuídas. Entre elas, a não citação dos resíduos de serragem no projeto implica em dois itens irrelevantes devido ao gerenciamento e acondicionamento final estarem sendo efetuados. Já a existência de dois “big bags” em vez de quatro, como estava no PGRCC, e a substituição de um depósito de sacos de cimento por uma baia, são ocorrências de pequena gra-

Figura 1 – Porcentagens de não-conformidades para cada obra

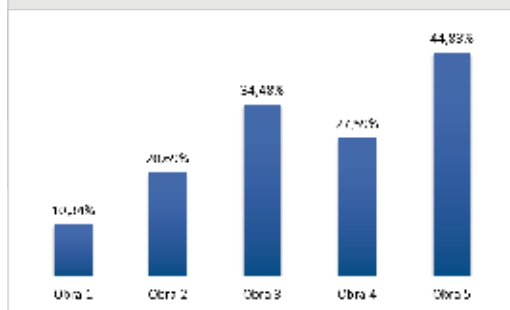


Figura 2 – Resumo da gravidade das ocorrências encontradas na obra

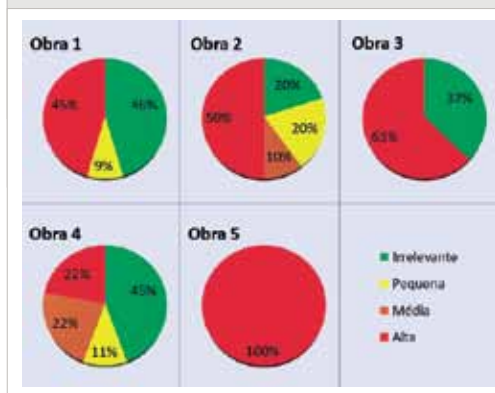


Tabela 3 – Levantamento da autenticidade do PGRCC na obra

Itens do PGRCC	Não conformidades encontradas nas obras				
	1	2	3	4	5
Acondicionamento inicial	1-Não são utilizados sacos de rafia; 2-As dimensões das bombonas diferem do especificado em projeto; -Acondicionamento diferente do projeto, para gesso (3) e serragem (4); 5-Acondicionamento para resíduos classe D difere do projeto ou os mesmos vão diretamente para as caçambas estacionárias, misturados com outros resíduos	1- Existe apenas dois bags no lugar de quatro, segundo o projeto; 2- Não existem coletores específicos para cada equipe, como mencionado; 3- O projeto não cita a serragem oriunda do corte da madeira; 4- Acondicionamento para resíduos classe D difere do projeto, vão diretamente para as caçambas estacionárias, com outros resíduos; 5- Substituição de um depósito de sacos de cimento por uma baia; 6- Substituições de coletores intermediários para resíduos das classes A e B, por uma lixeira para lixo "seco"	1- Não é informada a localização das baias; 2- Não é informada a localização das bags; 3- Acondicionamento inicial dos resíduos classe D difere do projeto ou os mesmos vão diretamente para as caçambas estacionárias, misturados com outros resíduos; 4- Ausência do decantador para separar a parte líquida da parte sólida dos resíduos classe D, facilitando falta de acondicionamento para esses resíduos	1- São mencionados coletores para cada classe de resíduos, que não existem, com exceção dos resíduos classe B (plástico, metal e papel); -Acondicionamento inicial do gesso (2), madeira (3) e resíduos classe D (4) difere do projeto ou os mesmos vão diretamente para as caçambas estacionárias 5- não há acondicionamento para resíduos de EPS, os mesmos ficam espalhados pelo canteiro	1- Algumas bombonas foram retiradas para realização de serviços; 2- As bags não são utilizadas 3- Os resíduos não são acondicionados de maneira especificada no projeto, pois são colocados no chão ou misturados com outros resíduos
Transporte interno	✓	✓	5- O projeto não menciona o transporte vertical	6- O projeto não menciona o transporte vertical	✓
Acondicionamento final	-Acondicionamento final de gesso (6), serragem (7), solo (8) e resíduos perigosos (9) diferem do especificado em projeto	7- Difere do especificado para resíduos classe D; 8- o projeto não cita a serragem oriunda do corte da madeira	6- acondicionamento final dos resíduos classe D difere do especificado em projeto	7- Para Resíduos classe A, difere do projeto	4- Os procedimentos são diferentes do especificado no projeto 5- Caçamba estacionária demora a ser trocada, resultando em acúmulo de resíduos no entorno
Remoção dos resíduos do canteiro	✓	✓	✓	✓	✓
Destinação dos resíduos	10- Resíduos de gesso e classe D não estão sendo segregados dos resíduos classe A para destinação final; 11- todos os resíduos são destinados ao aterro sanitário para disposição como resíduo comum	9- Resíduos classe D não estão sendo segregados dos resíduos classe A para destinação final; 10- todos os resíduos são destinados ao aterro sanitário para disposição como resíduo comum	7- Resíduos classe D não estão sendo segregados dos resíduos Classe A para destinação final 8- todos os resíduos são destinados ao aterro sanitário para disposição como resíduo comum	-Destinação dos Resíduos classe A (8) e resíduos de gesso (9) diferem do projeto	5- Resíduos não estão sendo segregados para destinação final; 6- parte do resíduo está sendo destinado a um terreno próximo à obra

vidade, pois, somente a capacidade de armazenamento foi diminuída. O item de gravidade média dessa obra se constitui da falta de coletores móveis para cada equipe (elétrica, hidráulica, etc.), dificultando a segregação. A ocorrência de gravidade alta, além dos já citados sobre resíduo classe D, refere-se à substituição dos coletores intermediários em cada pavimento para resíduos classe A e B por lixeiras para lixo “seco”, implicando diretamente na não segregação por classe.

A obra 3, só apresentou itens irrelevantes e de alta gravidade. Ocorrências irrelevantes correspondem à falta de informação do transporte vertical e da localização das baias e “big-bags”, o que não afetou o gerenciamento dos resíduos. Já a ausência do decantador para separar a parte líquida da parte sólida do resíduo classe D, influenciou diretamente na falta de acondicionamento por não ter sido seguido o projeto inicial, somando-se aos problemas relacionados ao resíduo classe C como graves ocorrências.

A obra 4 apresentou menor porcentagem de ocorrências graves (22%), que correspondem à falta de acondicionamento para resíduo de EPS e à destinação final diferenciada do resíduo de gesso, o qual está sendo misturado ao resíduo classe A e usado como base de pavimentação.

A maior porcentagem, nessa obra, foi das ocorrências irrelevantes, em torno de 45%, e podemos citar: a não menção do transporte vertical, a diferenciação no acondicionamento de resíduos de madeira, os quais não interferiram no processo, e também a diferente proposta para acondicionamento e destinação final do resíduo classe A. Este último está sendo utilizado como base para pavimentação, estando de acordo com a reutilização proposta na Resolução CONAMA.

Das ocorrências analisadas na obra 5, todas foram consideradas de alta gravidade, pois se distanciaram em absoluto do PGRCC, comprometendo a operacionalidade da gestão de resíduos no canteiro de obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo baseou-se na avaliação de 5 PGRCC de construtoras atuantes no mercado. Os resultados obtidos mostraram que todos precisam de melhorias em alguns aspectos observados na elaboração ou aplicação na obra. Os Termos de Referência são bastante completos e especificam que sejam incluídos nos projetos itens muito específicos relativos ao gerenciamento dos resíduos em cada obra. Os pro-

jetos analisados ainda não alcançaram este nível de detalhamento e mostra-se indispensável que os responsáveis por sua elaboração procurem apresentar um projeto que contemple as exigências dos Termos de Referência. Em relação ao atendimento dos requisitos pelos PGRCC analisados, foi observado, pelas porcentagens de não conformidades, que os projetos precisam se adequar.

A autenticidade dos projetos não é diferente. A omissão de detalhes no projeto, os improvisos feitos no canteiro ou até o descumprimento do projeto são fatores que fazem a autenticidade de alguns itens do projeto não existir. Um ponto que chamou atenção foi que, em quatro das cinco obras analisadas, foram encontradas não conformidades de alta gravidade relacionadas ao mesmo tipo de resíduo: o resíduo da Classe D. Este tipo de resíduo é classificado como perigoso e deve ser manuseado de acordo com as recomendações do fabricante, por funcionários munidos de EPIs. Além disso, a obra deve possuir dispositivos de acondicionamento inicial e final específico para resíduo Classe D, evitando sua mistura com os resíduos de outras classes. O destino final deste resíduo deveria ser num aterro licenciado para resíduos perigosos, mas isto não ocorre na prática, pois como todos os itens mencionados acima são desrespeitados, o resíduo Classe D é acondicionado juntamente com resíduos de outras classes e seguem para o mesmo destino, no caso, o Aterro Sanitário Municipal.

A única obra que possui plano de capacitação para os funcionários descrito no PGRCC (Obra 4), foi a que menos apresentou ocorrências de alta gravidade. A capacitação indica breves melhorias na gestão de resíduos em canteiros de obra, mostrando que este item agrega conhecimento aos funcionários, dando melhores condições aos mesmos para contribuir de forma proativa no gerenciamento dos resíduos.

A Obra 5 apresentou maior porcentagem de não conformidades no PGRCC em atendimento ao termo de referência, além de obter a maior porcentagem de ocorrências de alta gravidade quando verificado o PGRCC na obra.

Dessa forma, pode-se considerar que a qualidade e o grau de detalhamento do PGRCC influenciam diretamente nos resultados do gerenciamento dos resíduos, como também o grau de capacitação, oferecido aos funcionários, e fiscalização, ocorrida no canteiro de obra.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Alagoas (UFAL); Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC); Coordenação Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq); Financiadora de Estudos e Projetos no Ministério da Ciência e Tecnologia (FINEP); Prefeitura Municipal de Maceió (PMM); e as construtoras que nos forneceram seus PGRCC e as informações necessárias.

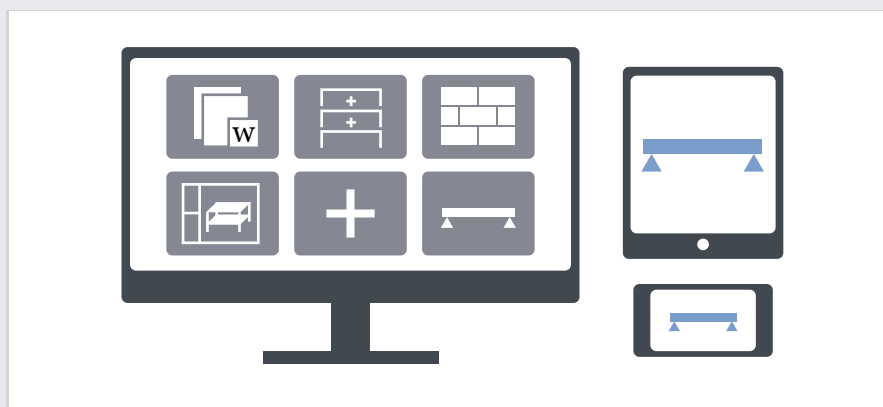
Referências Bibliográficas

- [01] AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda. 2011.
- [02] BLUMENSCHIN, R. N. Manual Técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiro de Obras. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE/DF, 48p, Distrito Federal, Brasília, 2007.
- [03] CARNEIRO, A. P. et al. Reciclagem de Entulho para Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA: Caixa Econômica Federal, 2001.
- [04] EVANGELISTA, P. P. A. COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. Ambiente Construído, v. 10, n. 3, p. 23-40, 2010.
- [05] GOMES, P. C. C.; SILVA, K. A. N.; SANTOS, D. L. Viabilidade econômica da utilização de resíduos reciclados “Classe A” em componentes construtivos. CONCRETO & Construções, São Paulo, n. 62, p. 19-27, abril, maio e junho 2011.
- [06] JÚNIOR, N. B. C. Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Para Construção Civil. Sindicato da Indústria da Construção Civil – SINDUSCON/MG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005.
- [07] LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. Guia Para Elaboração de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR, Curitiba, Paraná, 2009.
- [08] PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil. Caixa Econômica Federal, Brasília, 2005. ●

CAD/TQS 17

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

Mais intuitivo, produtivo, refinado e com mobilidade.



III Encontro sobre Tecnologia do Concreto



Campo Grande,
Mato Grosso do Sul

A Regional IBRACON em Mato Grosso do Sul vai realizar, nos dias 22 e 23 de junho, no auditório “Engenheiro Hélio Bais Martins” do CREA-MS, a terceira edição do Encontro de Tecnologia do Concreto – ETEC 2012.

Nesta edição, será oferecido o minicurso “Concreto autoadensável: conceitos, dosagem e aplicações”, que será ministrado pelo Prof. Bernardo Fonseca Tutikian, diretor regional do IBRACON no Rio Grande do Sul.

O ETEC 2012 vai discutir as aplicações, dosagem e viabilidade do uso do concreto autoadensável em empresas de pré-fabricação e em concretreiras, o controle estatístico do concreto e o concreto de ultra-alto desempenho, e espera a participação de profissionais e empresários do setor construtivo, interessado no assunto.

Informações: www.etecms.blogspot.com.

3º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado

Com duas edições realizadas, em 2005 e 2009, o Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado vai realizar sua terceira edição nos dias 08 e 09 de julho de 2013, na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), contando com o apoio da Regional IBRACON na região.

Professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação e de graduação das Instituições de Ensino Superior do País têm participado do evento. Já, o setor produtivo tem sido representado por projetistas de estruturas, por fabricantes de equipamentos e produtos empregados em concreto pré-moldado e pelas empresas de produção de estruturas de concreto pré-moldado.

“Essa integração é muito importante para os dois setores: por um lado, o setor produtivo toma conhecimento das pesquisas em desenvolvimento no setor acadêmico; por outro, o setor acadêmico toma conhecimento das necessidades de estudos que o setor produtivo precisa”, aponta o diretor regional do IBRACON, Ricardo Carrazedo.

O evento recebe resumos de trabalhos técnico-científicos até 30 de novembro de 2012, sobre os seguintes temas: sistemas estruturais; ligações; componentes e materiais; lajes pré-fabricadas; obras emblemáticas; e aplicações especiais do concreto pré-moldado.

Mais informações: www.set.eesc.usp.br/3enpppcpm.

Regional Pernambuco realiza palestras técnicas

Motivada pelos acidentes estruturais recentes ocorridos no país, a Regional IBRACON em Recife promoveu a palestra “Inspeções e Manutenções de Estruturas de Concreto”, em 29 de março. Segundo o diretor regional e palestrante, Prof. Romilde Almeida de Oliveira, “apesar da existência de normas técnicas e de leis promulgadas em alguns estados relativas à inspeção e manutenção periódica, há a necessidade de criar uma cultura de manutenção no país”, o que justifica a iniciativa.

Outra palestra técnica, sobre o emprego de testemunhos para a estimativa da resistência característica do concreto, foi ministrada pelo Prof. Paulo Helene (POLI/USP e PhD Engenharia), no dia 11 de junho, na ABCP em Recife.



Recife,
Pernambuco

Semana de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná



Maurício Bianchini faz apresentação institucional do IBRACON

Nos dias 28 e 29 de maio, o diretor 1º vice-presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho (Coppel/UFPR) e o diretor regional do IBRACON na região, Eng. Maurício Bianchini (Supermix/Instituto IDD), ministraram palestras na Semana de Engenharia Civil da UFPR, com os respectivos temas: “Sustentabilidade na Construção Civil” e “Sustentabilidade na Produção de Concreto Dosado em Central”. As palestras foram assistidas por um público de aproximadamente 250 pessoas.

Por ocasião das palestras, fizeram a apresentação institucional do IBRACON e o convite para os estudantes participarem do 54º Congresso Brasileiro do Concreto, de 08 a 11 de outubro, em Maceió.



Visita técnica à pedreira

Joelcio Stocco posa para foto com alunos da UFSC

A Regional de Santa Catarina promoveu, para a turma da disciplina “Materiais de Construção Civil” do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a visita técnica à pedreira da Cedro Engenharia Comércio e Mineração, instalada na região metropolitana de Florianópolis, no último dia 18 de abril. Segundo o diretor regional, Prof. Joelcio Luiz Stocco, na visita foram ressaltados os efeitos das características dos agregados no desempenho do concreto, bem como a diferença dos agregados devido aos equipamentos utilizados na cominuição dos grãos.

Seminário Latino-americano de Projetos e Aplicações de Estruturas de Concreto Pré-fabricado

Da esq. p/ dir., Prof^a Lidia Shehata (UFR e UFF), Hugo Corres (fib), Marco Menegotto (C6 fib), Eduardo Millen (ABECE), Íria Doniak(ABCIC) e Carlos Gennari (ABCIC)



Realização conjunta da Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) e Comissão 6 (de pré-fabricados) da Federação Internacional do Concreto (fib), o Seminário Latino-americano de Projetos e Aplicações de Estruturas de Concreto Pré-Fabricado, ocorrido nos últimos 14 e 15 de abril, no Windsor Atlântica Hotel, no Rio de Janeiro, contou com participação de 150 profissionais, entre brasileiros e estrangeiros da América Latina, Estados Unidos e Europa.

O evento contou com o apoio do IBRACON.

Atividades na Regional Alagoas



Maceió, Alagoas

A Regional Alagoas realizou, no dia 20 de março, um jantar para marcar o lançamento comercial do 54^o Congresso Brasileiro do Concreto, contando com a participação de representantes do Governo de Estado, CREA, Clube de Engenharia e Construtoras Locais. Na oportunidade, o Diretor da Regional, Prof. Flávio Barboza de Lima, fez uma exposição sobre o IBRACON e expôs suas expectativas sobre o Congresso, marcado para o período de 08 a 11 de outubro. A Regional apoia o projeto de extensão do Laboratório de Estruturas e Materiais do Centro de Tecnologia da UFAL, cujo objetivo é capacitar os colaboradores das empresas de engenharia locais na execução do recebimento provisório do concreto, moldagem, desmoldagem, cura e transporte dos corpos de prova.

A sexta edição do Congresso de Engenharia, Ciência e Tecnologia (CONNECTE), evento promovido pelo Programa Especial de Capacitação Discente (PEC/CTEC/UFAL), com o objetivo de integração e divulgação científica no setor, que ocorreu no dia 25 de maio, com a presença de cerca de 700 participantes e 120 trabalhos inscritos, contou também com o apoio da Regional.

Em 17 e 18 de junho, a Regional realizou seu primeiro encontro para discutir o tema “Novas tecnologias, qualidade e durabilidade na construção civil”. O evento contou com palestras do Prof. Paulo César Correia Gomes (UFAL), Prof. Wayne Santos de Assis (UFAL) e Prof. Romilde de Almeida Oliveira (UNICAP).

Semana da Construção Civil na Paraíba

A Regional IBRACON na Paraíba apoia a Semana da Construção Civil do Campus João Pessoa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, de 11 a 15 de junho, com o tema “O Futuro começa agora! Construção como nunca Civil”.

Informações:

<http://semanadaconstrucaocivil.blogspot.com.br>



Curso sobre Patologia das Estruturas de Concreto

Com o objetivo de capacitar profissionais que atuam na área de perícias em engenharia civil, foi realizado de 26 de maio a 09 de junho, na Faculdade de Natal, o curso sobre patologia das estruturas de concreto, que contou com a participação de 40 profissionais.

Promovido conjuntamente pela Regional IBRACON no Rio Grande do Norte e pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia na região – IBAPE/RN, o curso abordou os conceitos de patologia, os mecanismos de deterioração do concreto, a corrosão de armaduras, o diagnóstico em estruturas de concreto armado e a manutenção preventiva e corretiva.

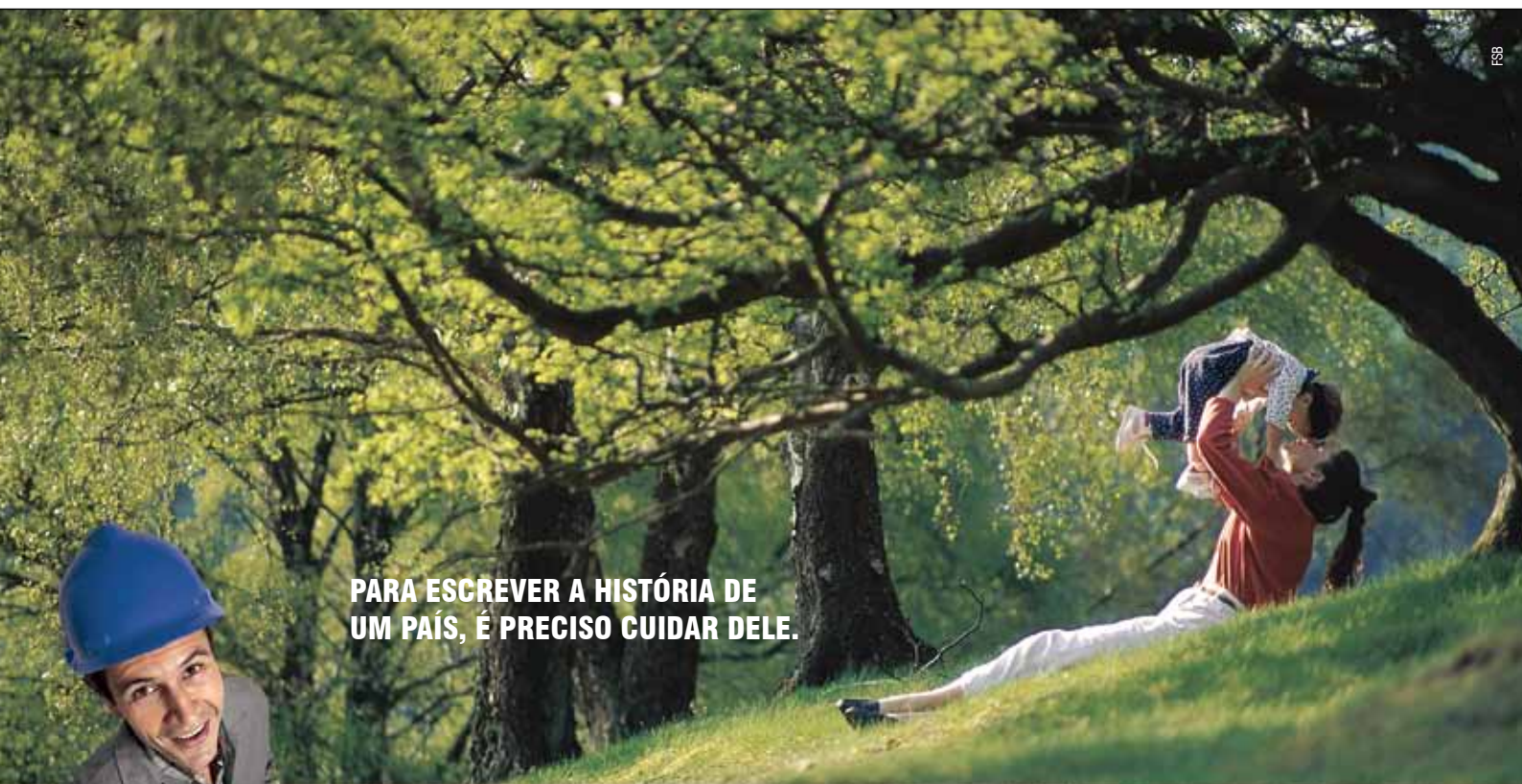
Ainda este ano, deverá acontecer mais uma edição do curso.

ACI Spring 2012 Convention



O presidente do IBRACON, Prof. Tulio Bittencourt, esteve presente na última convenção realizada pelo American Concrete Institute (ACI), em Dallas, no estado do Texas, nos Estados Unidos, nos dias 18 a 22 de março último. A convenção teve como tema principal a Arte do Concreto. O evento contou com o apoio do IBRACON.

Da esq.p/dir., Haroldo de Mayo Bernardes (FEIS), Sofia Maria Carrato Diniz, Julio Timerman, Túlio Nogueira Bittencourt, Suely Bacchereti Bueno, Fernando Rebouças Stucchi



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.


SNIC
SINDICATO NACIONAL DA
INDÚSTRIA DO CIMENTO

Puentes de Ferrocarril

Concepción, bases de proyecto, posibilidades tipológicas y métodos constructivos

HUGO CORRES PEIRETTI – PROF. DR. INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo en toda Europa y en Asia de líneas de trenes de alta velocidad ha tenido también un fuerte impacto en España. Después de la construcción de la primera línea Madrid-Sevilla, con ocasión de la Exposición Universal de 1992, parecía detectarse un cambio de tendencia a la baja de la Alta Velocidad a Velocidad Alta. Sin embargo, en los últimos años, se ha confirmado una actividad frenética en el campo de la alta velocidad, con el proyecto y la construcción primero de la línea Madrid-Barcelona-Frontera Francesa, luego la Córdoba-Málaga y, más recientemente, otros muchos proyectos y la construcción de otros tramos.

La tecnología vinculada a la Alta Velocidad ha evolucionado mucho en los distintos campos involucrados – material móvil, equipamiento de vía, etc. – desde la construcción de la primera línea española Madrid-Sevilla. Sólo para poner un ejemplo de tal evolución, debe pensarse que la velocidad de proyecto de la línea Madrid-Sevilla fue de 250 km/h y las líneas actualmente en proyecto o construcción se están planteando para velocidades máximas de 350 km/h.

Este estado de cosas ha supuesto un gigantesco impulso en la construcción de puentes de ferrocarril, semejante al que supuso la inversión en la red de carreteras en las décadas pasadas.

Para hacer frente a estos retos, ha sido necesario actualizar los criterios tipológicos de los nuevos puentes

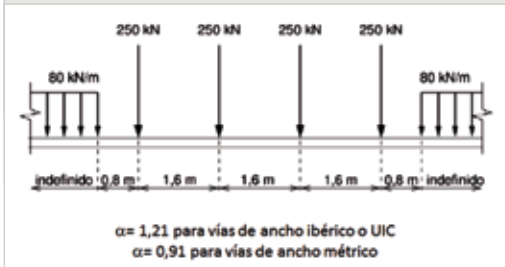
proyectados, de forma que satisficieran las exigencias planteadas para estas estructuras, aprovechando las nuevas posibilidades tecnológicas disponibles.

Desde los puentes isostáticos o hiperestáticos de pequeña longitud propuestos para la línea Madrid-Sevilla, a los viaductos de más de 1.000 m de longitud en las líneas más recientemente proyectadas, media la evolución que se ha producido en estos últimos diez años, en los que se ha podido medir el comportamiento de los primeros puentes isostáticos y de los aparatos de dilatación utilizados en esa línea; se ha podido evaluar la influencia de los resultados; se ha producido un gran desarrollo de nuevos aparatos de dilatación; se han adaptado las tipologías a las nuevas circunstancias, etc. Ha sido, sin duda, la convergencia de distintos factores, que se han relacionado abiertamente, la que ha permitido un diálogo fecundo que ha dado como resultado la evolución que ahora se presencia.

Ha sido también necesaria una revisión de los procesos de construcción y una adecuación a las particularidades de este tipo de puentes. Como siempre, las ideas se trasvasan de unos campos a otros, pero ha habido que adaptar procedimientos utilizados frecuentemente en puentes de carreteras – técnicas de empuje, cimbras autolanzables, etc., por ejemplo – a las nuevas circunstancias que imponen los puentes de ferrocarril, de mucho mayor peso.



Figura 1 – Cargas debidas al tráfico ferroviario, por carril



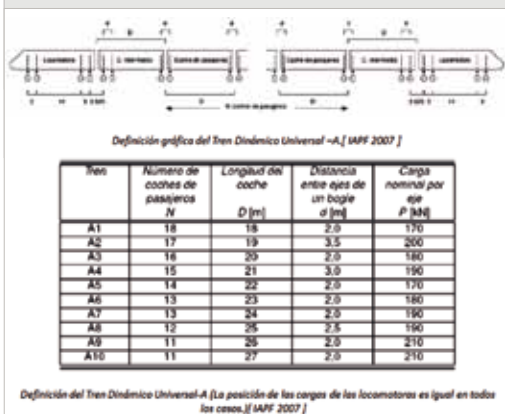
En este trabajo se presenta una revisión de las condiciones actuales del proyecto y construcción de puentes de ferrocarril. Se analizan, las características especiales de las bases de proyecto. Se analizan, seguidamente, distintos aspectos tipológicos de los puentes de ferrocarril, teniendo en cuenta especialmente las nuevas propuestas que se han llevado a cabo en los últimos años. Por último, se repasan y se dan ejemplos de los principales sistemas constructivos utilizados para estos puentes.

2. BASES DE PROYECTO

Las cargas debidas al tráfico ferroviario son muy importantes, del orden de 3 ó 4 veces mayores que las correspondientes a las cargas de tráfico en puentes de carretera, tal como se muestra en la figura 1. Adicionalmente estas cargas deben afectarse por un coeficiente de impacto.

Se establecen distintos procedimientos para tener en cuenta el efecto dinámico.

Figura 2 – Tren de cargas reales para la valoración del coeficiente de impacto de las cargas ferroviarias



Para velocidades menores o iguales a 220 km/h, se propone utilizar un coeficiente de impacto general, siempre que la estructura esté en un rango de frecuencias establecido.

Para velocidades mayores que 220 km/h, se debe determinar un coeficiente de impacto real, a partir de un cálculo dinámico específico utilizando trenes reales, figura 2.

En la figura 5 se muestran las cargas de frenado y de arranque de trenes. En general los puentes de alta velocidad tienen dos vías y en ese caso es necesario considerar que en una vía hay un tren que frena y en la otra un tren que arranca. Estas cargas son muy importantes y afectan de forma trascendental el diseño de un viaducto de alta velocidad.

En puentes de ferrocarril aparecen otras cargas adicionales a considerar: laso, la fuerza centrífuga, producidas en trazados curvos, en función del radio del trazado y de la velocidad de tráfico.

También hay que considerar cargas accidentales de descarrilamiento y de impacto del tren contra las pilas y tablero de los pasos superiores y contra pilas y tablero del puente de ferrocarril, debido al tráfico carretero por debajo del mismo.

Además el tren produce a su paso una presión sobre elementos que pueden estar anclados al viaducto de ferrocarril o a otros elementos estructurales ajenos al viaducto de ferrocarril.

Existe otra situación específica de este tipo de estructuras que es la interacción carril-balasto-estructura. Las acciones longitudinales que se aplican sobre los carriles y las diferencias de deformación entre carriles y tablero producen transferencias de cargas entre carriles y tablero a través de las fijaciones de la vía o, en su caso, del balasto.

Figura 3 – Resultados de las flechas máximas dinámicas para un viaducto de alta velocidad debido al paso de tren Dinámico Universal tipo A, para distintas velocidades

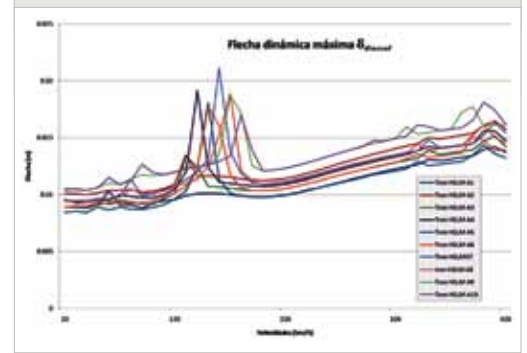


Figura 4 – Resultados de las aceleraciones máximas dinámicas para un viaducto de alta velocidad debido al paso de tren Dinámico Universal tipo A, para distintas velocidades

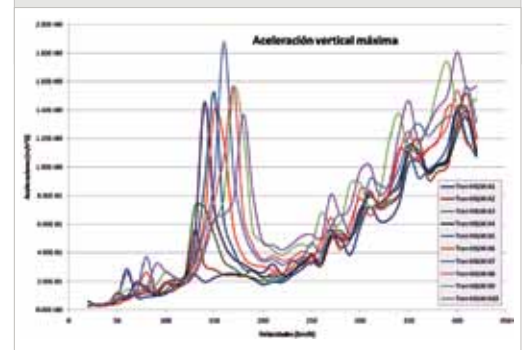
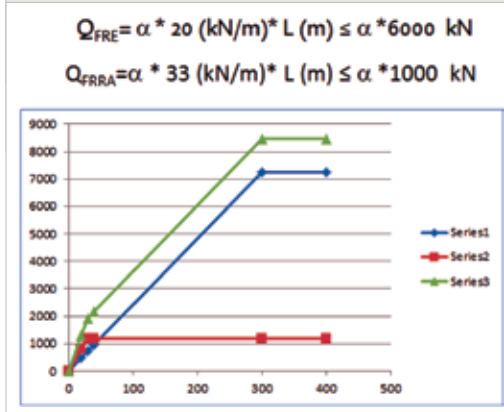


Figura 5 – Fuerzas de frenado y arranque producido por el tráfico ferroviario



Adicionalmente existen exigencias muy estrictas en servicio para garantizar el confort y la seguridad para las velocidades de diseño.

En la figura 6 se muestran las limitaciones máximas permitidas de alabeo del tablero. En la figura 7 se muestran las máximas rotaciones relativas del tablero encima de las pilas. Por último, en la figura 8 se muestran un criterio simplificado para satisfacer el confort debido a las aceleraciones verticales.

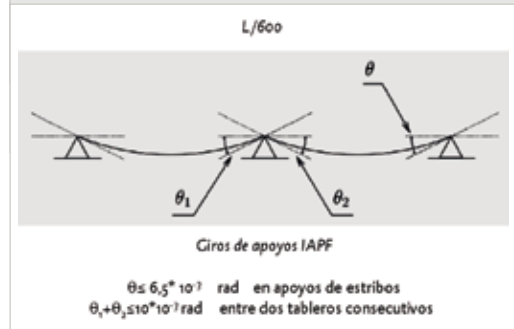
3. CONCEPCIÓN Y SOLUCIONES TIPOLOGICAS

En el campo de los puentes de ferrocarril, existe una

Figura 6 – Máximo alabeo permitido en el tablero de un viaducto de alta velocidad



Figura 7 – Máximas rotaciones sobre pilas en el tablero de un viaducto de alta velocidad



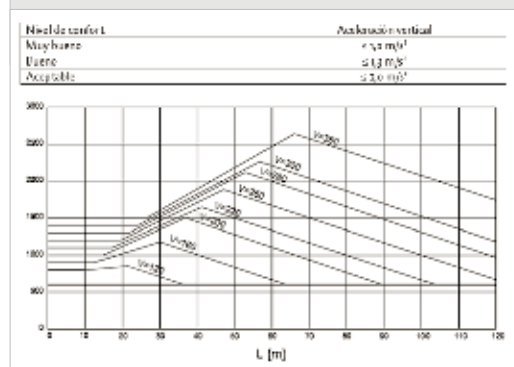
gran cantidad de posibilidades. Puentes rectos, arcos, atirantados con distintos tipos de sección transversal, sección tipo losa maciza o aligerada, cajón, constituida por elementos prefabricados tipo doble T o artesa, y utilizando todos los materiales estructurales disponibles, fundamentalmente hormigón estructural y acero+hormigón estructural.

La magnitud de las cargas de ferrocarril, entre 3 y 4 veces mayores que a las de carretera, y las exigencias de rigidez que se requieren para las estructuras, justifican la menor esbeltez de este tipo de puentes.

Para puentes rectos de ferrocarril las relaciones canto-luz más utilizadas están entre 1/13 o 1/15.

Las dimensiones de la plataforma dependen de la cantidad de vías que albergue. Para puentes de doble vía, quizás los más frecuentes, los anchos de plataforma varían entre 12,5 y 14 m.

Figura 8 – Valores máximos de relación flecha luz para asegurar aceleraciones verticales compatibles con un nivel de confort adecuado en puentes de alta velocidad, para vanos isostáticos de distintas luces



En la figura 9 se muestran distintas secciones transversales, correspondientes a distintas tipologías utilizadas en proyectos realizados por Fhecor Ingenieros Consultores.

En general, debido a condiciones de trazado, con pequeñas pendientes, los viaductos de ferrocarril suelen tener gran longitud y suelen ser bajos. En general suelen tener luces comprendidas entre los 40 y 60 m. Para estas condiciones, una solución muy frecuente es utilizar tableros rectos con sección cajón monocelular, tal como se muestra en la figura 9 b). Para estas luces y esta sección transversal, los sistemas constructivos utilizados son el empuje, hormigonado sobre cimbra tradicional y cimbra autolanzable.

Cuando las luces son más pequeñas, entre 20 y 30 m, la altura de la rasante baja, con alturas de pilas inferiores a los 20 m y sin grandes obstáculos que sortear, es posible plantear una losa aligerada construida sobre cimbra, normalmente tradicional, como la que de muestra en la figura 9 a).

En algunas ocasiones se han planteado soluciones con dos vigas artesas isostáticas prefabricadas, para luces de hasta 45 m tal como se muestra también en la figura 9 c).

En este rango de luces parece que sería perfectamente posible utilizar soluciones mixtas, tal como se muestra en la figura 9 d). Estas soluciones se han utilizado solo ocasionalmente, por el mayor costo.

Otro aspecto muy importante en el proyecto de puentes de ferrocarril es la configuración en alzado del puente. Por un lado, están los aspectos de eficiencia estructural, que naturalmente conducen a que las soluciones de este tipo de puentes se orienten hacia soluciones de tablero continuo. Además a las cargas que hay que resistir y las condiciones de rigidez con que hay que dotar al tablero, por requerimientos funcionales, las soluciones estructuralmente más idóneas son soluciones continuas.

Ya se ha comentado en el apartado de bases de proyecto que las cargas horizontales de arranque y frenado son muy importantes y requieren un esquema resistente estructural adecuado.

Por otra parte, está el problema de la interacción carril-balasto-tablero que condiciona la longitud del tablero sin junta.

Por último, hay que tener en cuenta los aspectos tecnológicos y limitaciones de los aparatos de dilatación que limitan los máximos movimientos aceptables. Los aparatos de dilatación de vía admiten como máximo movimientos de 1200 mm.

Todo este conjunto de condicionantes ha permitido el proyecto de viaductos de gran longitud con distintas configuraciones longitudinales.

En la figura 10 se muestran las distintas posibilidades de configuración longitudinal utilizadas. Las soluciones isostáticas se han utilizado muy poco en la segunda generación de viaductos de alta velocidad españoles y las soluciones hiperestáticas, con distintas configuraciones dependiendo de la longitud total del tablero, han sido las más usadas.

Una solución muy frecuentemente utilizada, figura 9 a), es la de fijar el tablero a uno de los estribos, el que tenga mejores condiciones geotécnicas.

Para estas longitudes es muy importante estudiar con detalle las fuerzas que se generan en el tablero debido al rozamiento de los aparatos de apoyo, que en muchos casos son tan importantes como las horizontales debidas al tráfico.

Además hay que estudiar adecuadamente el estribo donde se ancla el tablero, que debe resistir las fuerzas horizontales de frenado y arranque y de rozamiento de apoyos, y el estribo libre, donde se apoya el aparato de apoyo.

Un ejemplo de este tipo es el viaducto sobre la carretera V-21, del tramo Valencia-Puzol. Este viaducto se ha resuelto con una losa aligerada y tiene una

longitud total de 835.65 m con vanos de 25.00 + 35.00 x 7 + 25.00 + 20.00 x 2 + 25.00 + 35.00 x 3 + 34.60 + 34.65 + 31.4 + 35.00 x 7 + 25.00. En este caso el tablero se fija en el estribo 2 y el aparato de dilatación se dispone en el estribo 1.

Cuando se supera esta longitud, deben optarse por soluciones híbridas. Para minimizar el efecto de las juntas intermedias, se suele utilizar un vano neutro, con movi-

Figura 9 – Distintas secciones transversales correspondientes a distintas tipologías utilizadas por Fhecor Ingenieros Consultores

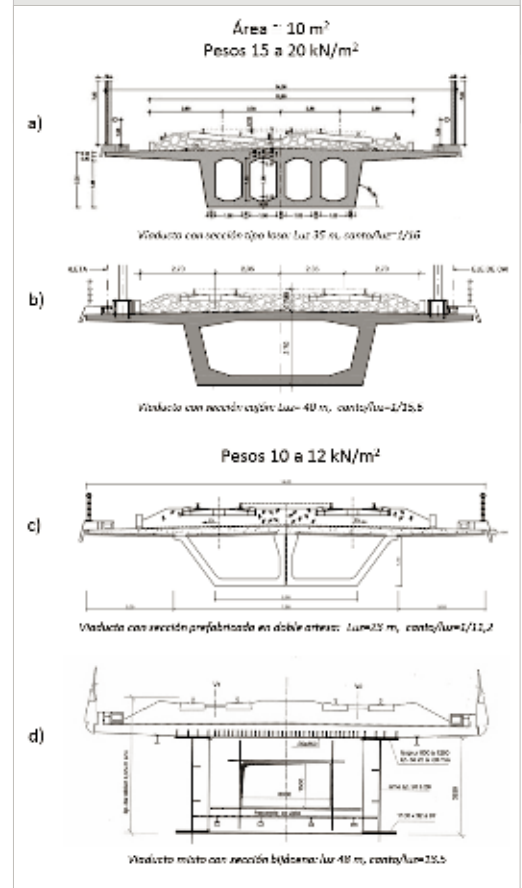
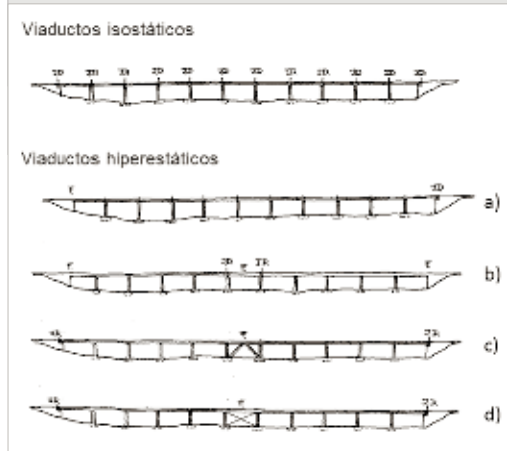


Figura 10 – Distintas configurações longitudinais para viadutos de alta velocidade



mimento praticamente nulo, em el que se sitúan los aparatos de dilatación.

Un caso especial de este tipo es el viaducto del Zar del tramo Rialño-Padrón, con una longitud total de 2411.10 m dividido en 3 tramos de 1266.32 + 43.45 + 1101.32 m y vanos de (36.90 + 45.00 + 55.00 x 20 + 45.00 + 39.42) + 43.45 + (39.42 + 45.00 + 55.00 x 17 + 45.00 + 36.90). El punto fijo

para el primer y último tramos está constituido por una pila intermedia, situada prácticamente en la mitad de los tramos, con forma de A. Entre los dos viaductos hay un tramo inerte de 43.45 m. Los aparatos de dilatación se sitúan en los estribos y en las juntas entre los tramos extremos y el vano inerte.

La prefabricación también puede jugar un papel importantísimo en este tipo de estructuras. Se han utilizado secciones cajón prefabricadas con vigas artesas. Estas soluciones tienen que incluir uniones entre vigas que aseguren la continuidad, que permitan el anclaje de los tableros a los estribos o puntos fijos y la adecuada resistencia del tablero frente a las cargas horizontales de frenado y arranque.

En las figuras 11 se muestra una solución prefabricada para un doble viaducto de vía única. En la figura 12 se muestran las características de las vigas artesas utilizadas en la solución. Finalmente en la figura 13 se muestran los detalles de unión entre vigas, para garantizar la continuidad y la resistencia de las fuerzas longitudinales en el tablero.

4. METODOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Los sistemas constructivos más utilizados en este tipo de puentes son: empuje, para lo que se requieren unas condiciones geométricas idóneas, cimbra tradicional, solo posi-

Figura 11 – Configuración longitudinal del viaducto de Quejigares

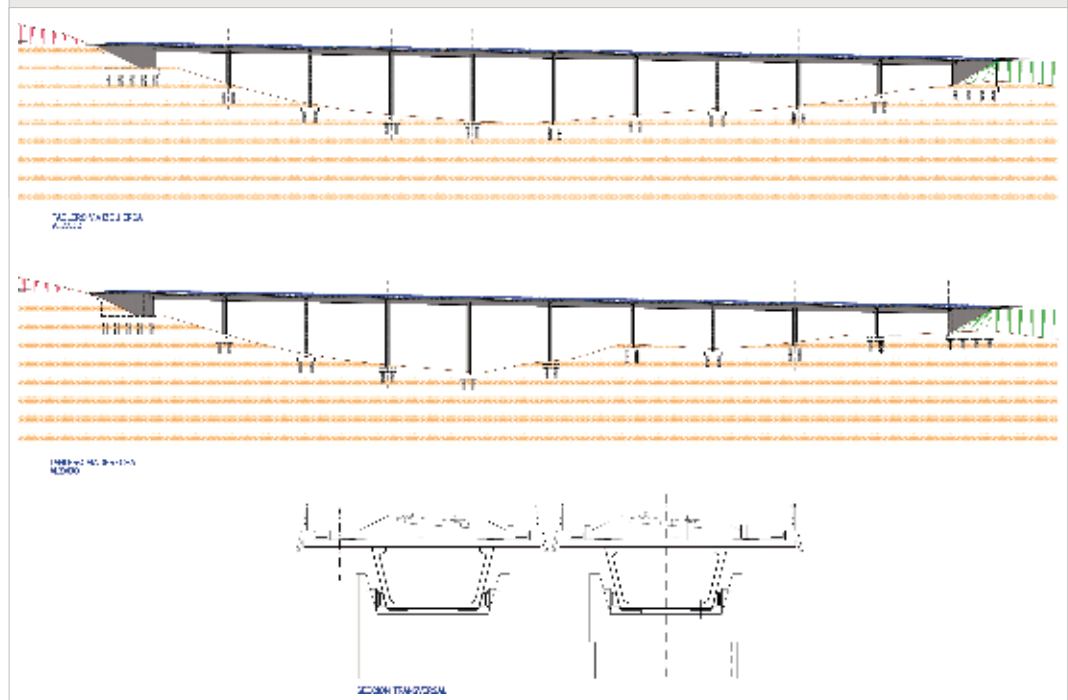


Figura 12 – Definición geométrica de las vigas prefabricadas, tipo artesa, utilizadas en la construcción del tablero

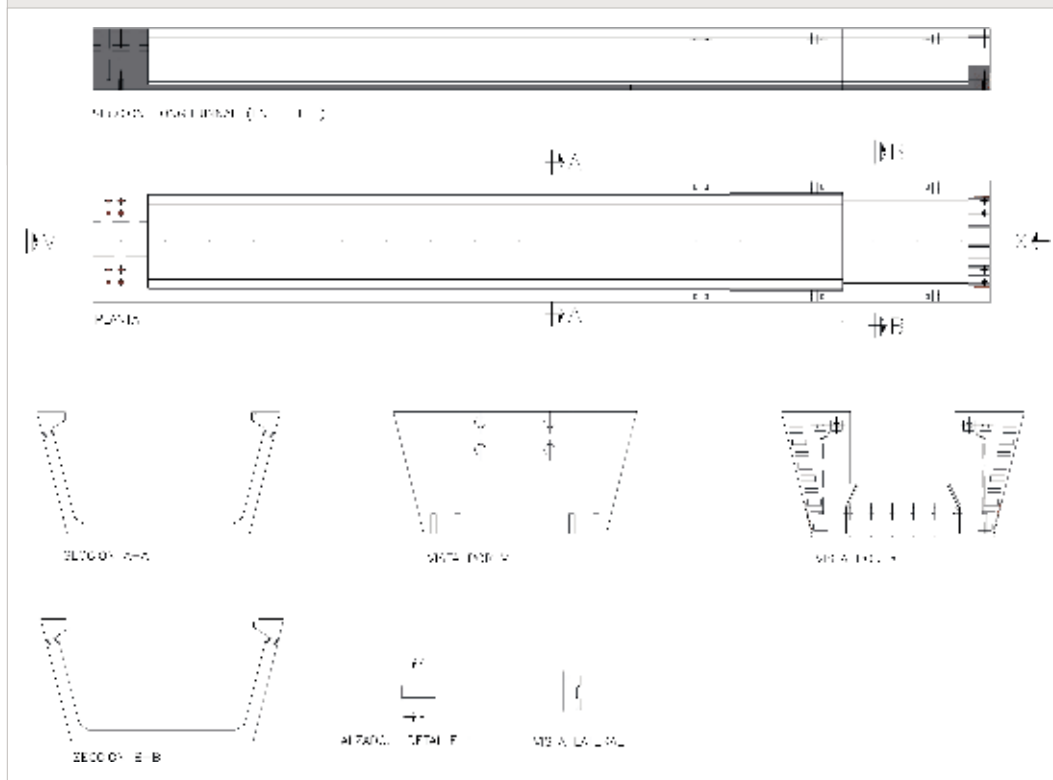
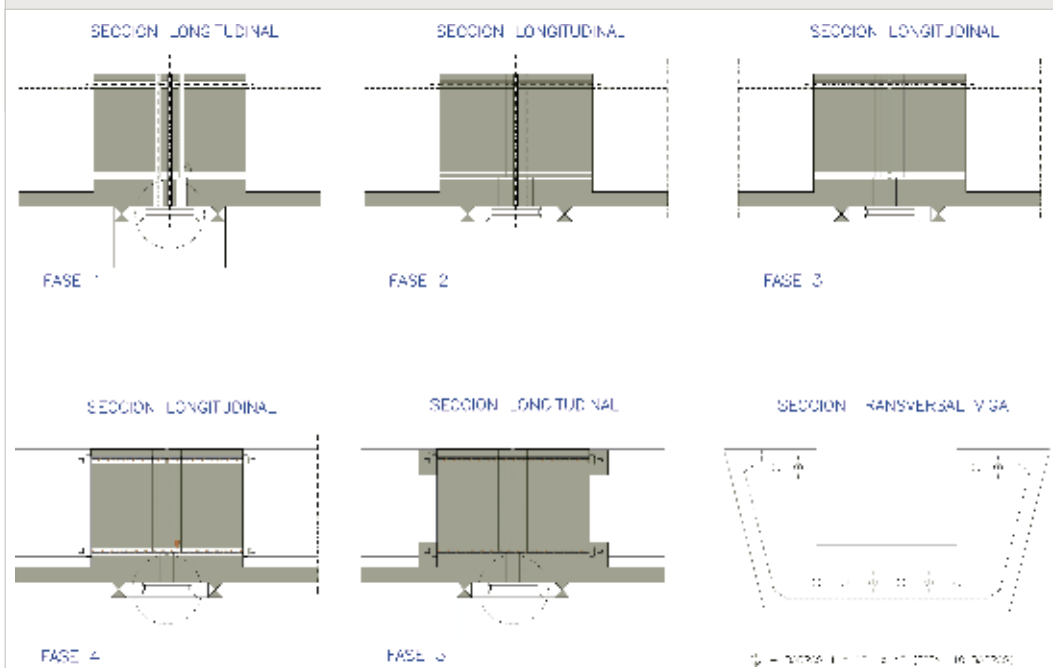


Figura 13 – Detalles de unión de las vigas prefabricadas para garantizar la continuidad estructural y la resistencia de fuerzas horizontales del tablero



- Fase 1** - Ejecución de la junta de continuidad entre vigas (Fase-4 proceso constructivo).
- Fase 2** - Colocación de vainas corrugadas metálicas f 81 int dentro de las vainas f 100 int de las vigas, para evitar la entrada de "grout" durante el hormigonado de la junta.
- Fase 3** - Encofrado y vertido en la junta de mortero tipo "grout".
- Fase 4** - Retirada de vainas corrugadas metálicas f 81 int, introducción de barras activas y tesado de las mismas, se tesarán según el orden indicado.
- Fase 5** - Inyección de vainas con lechada de cemento. Ejecución de dados de mortero. Continuación del proceso constructivo

Figura 14 – Vista general del viaducto de Arenteiro



ble para puentes de poca longitud donde no se justifica una solución constructiva más industrial, y con cimbra autoportante, cuando la longitud es suficientemente importante para justificar los gastos de instalación y cuando las condiciones geométricas, que en el caso de puentes de alta velocidad son muy suaves y favorables para este sistema, lo permitan.

En la figura 14 se muestra una foto general del viaducto del Arenteiro, de una longitud de 1444,00 m, empujado. Se trata de un puente recto pero con una curvatura en alzado, adecuado para el empujeh. En la figura 15 se muestra un esquema del estribo utilizado para el empuje.

En las figuras 16 a), b) y c) se muestran distintas etapas del proceso de fabricación de las dovelas previas al empuje.

En la figura 17 se muestra una planta y alzado del Viaducto de Ruidellots, sobre la autopista Barcelona-frontera francesa. Este puente, muy esviado en planta, debía construirse sobre una autopista con más de 120000 vehículos día de IMD. Además tenía fuertes restricciones de galibo.

La solución adoptada ha sido una estructura mixta con dos celosías de canto variable sobre la rasante. El puente se construyó fuera de su emplazamiento y luego se empujaba con tráfico por debajo.

En las figuras 20, 21 y 22 se muestra la cimbra autolanzable utilizada en la construcción del viaducto del Zar. En este caso el tablero con sección cajón monocelular se construye vano a vano con una cimbra que se desplaza apoyada en las pilas construidas previamente. La construcción avanza a una velocidad de un vano de 50,00 m cada 7 a 10 días.

En las figuras 23 y 24 se muestran dos etapas de la construcción del viaducto de Quejigares, con vigas artesa prefabricadas.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Los puentes de ferrocarril tienen características y requerimientos muy especiales. Los puentes de alta velocidad tienen unas características y requerimientos aún mayores.

Las bases de proyecto están condicionadas por unas

Figura 15 – Estribo de empuje del viaducto de Arenteiro

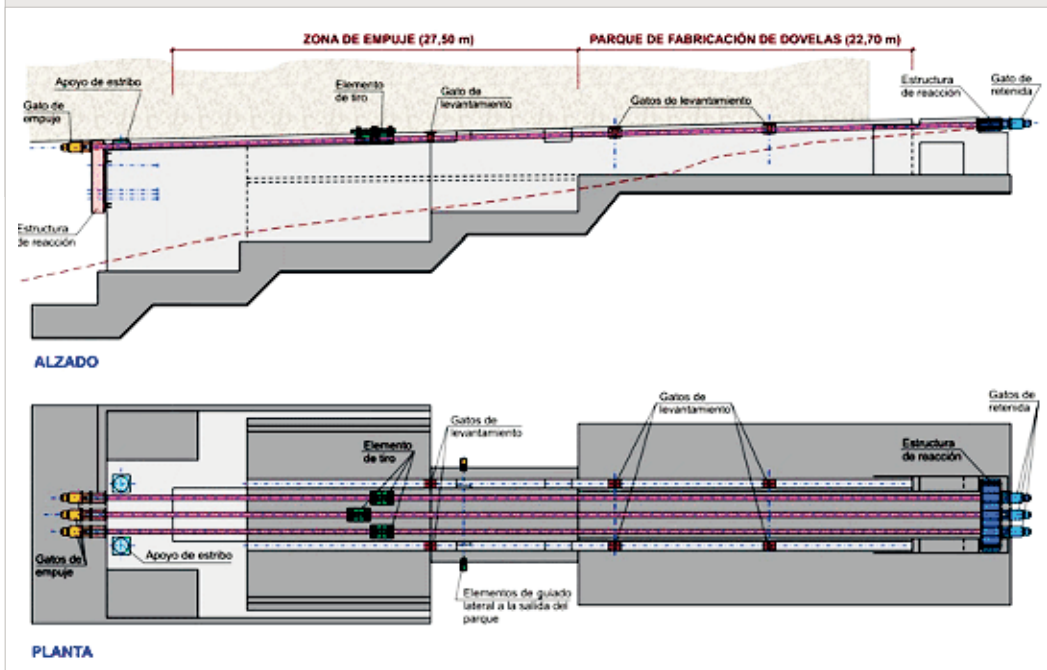
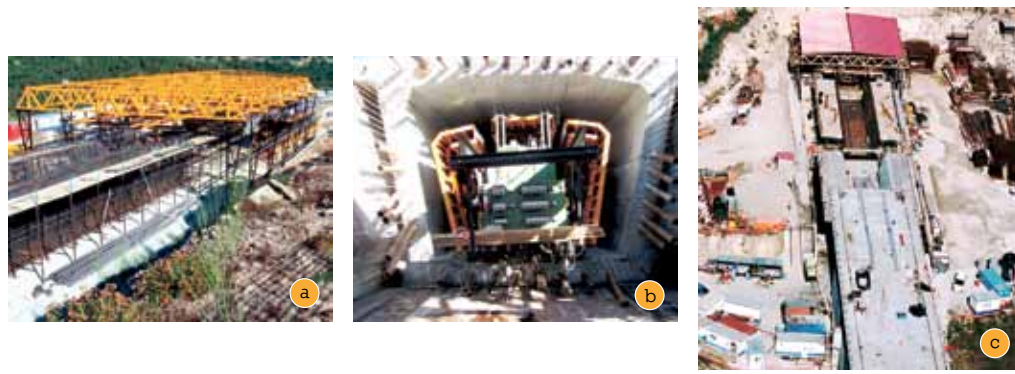


Figura 16 – Etapas de preparación de ferralla, retirada del encofrado interior y vista general del parque de prefabricación de dovelas del viaducto de Arenteiro



cargas altas, mayores que la de los puentes de carretera. El frenado y arranque son cargas muy altas y condicionantes. Existen cargas especiales y requerimientos en servicio muy restrictivos, para garantizar el confort de los viajeros y la seguridad del tráfico para velocidades de hasta 350 Km/h.

La concepción estructural es muy específica. Se requiere el empleo de nuevas ideas y nuevos desarrollos tecnológicos. Se pueden utilizar las tipologías de puentes de carreteras adaptadas a las condiciones específicas de este tipo de puentes.

El material más utilizado en este tipo de puentes es

el hormigón pretensado, con sección cajón o losa aligerada, dependiendo de las luces. Se suelen utilizar soluciones mixtas, acero y hormigón, en casos especiales que hacen que los costos de este tipo de soluciones sean competitivos.

La prefabricación tiene un lugar privilegiado en la construcción de este tipo de puentes, aunque es necesario abordar el tema con imaginación para cumplir con los requisitos exigidos.

En cuanto a la construcción los sistemas más utilizados son el empuje y la cimbra, tradicional o autolanzable.

Figura 17 – Planta y alzado del viaducto de Ruidellots

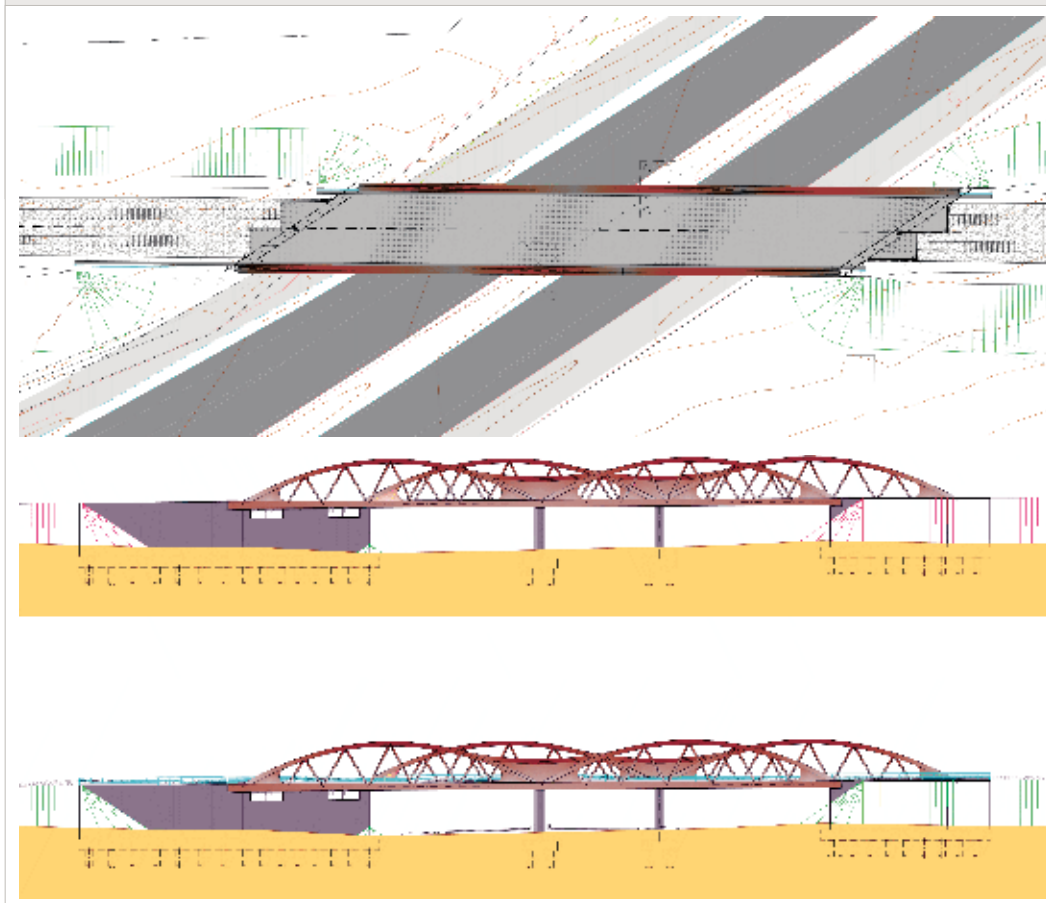


Figura 18 – Distintos estados de la construcción y empuje del viaducto de Ruidellots



Figura 19 – Vista general del viaducto de Ruidellots terminado



Figura 21 – Cimbra autilanzable abierta para el lanzamiento durante la construcción del viaducto del Sar



Figura 20 – Cimbra autolanzable situada en un vano durante la construcción del viaducto del Sar

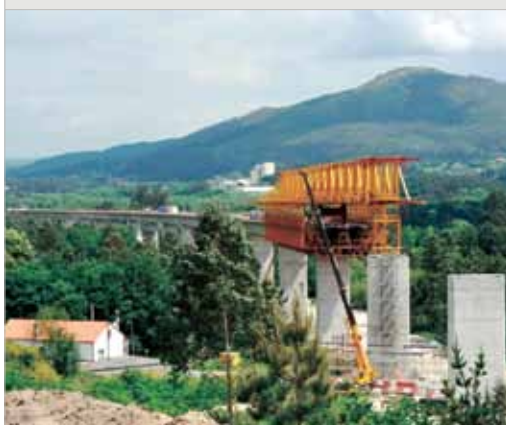


Figura 22 – Cimbra autolanzable cerrada antes del inicio de la construcción de un vano durante la construcción del viaducto del Sar



Figura 23 – Vista de las vigas prefabricadas instaladas en el viaducto de Quejigares



Figura 24 – Vista de viaducto de Quejigares terminado



Referências Bibliográficas

- [1] Eurocode 1: Actions on structures. Part 2: General actions- Traffic loads for bridges. 2nd Draft prEN 1991-2. European Standard. Febrero 2001.
- [2] Manterola Armisén J., Astiz Suárez M., Martínez Cutillas A. Puentes de Ferrocarril de Alta Velocidad. Revista de Obras Públicas Nº 3386. Abril de 1999.
- [3] UIC Ficha 702 – 0 R. Schema de charges a prendre en consideration dans le calcul des ouvrages sous rail sur le lignes internationales. 01-07-74. ●

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



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



Acreditado pelo INMETRO para certificar
mão de obra da construção civil



O IBRACON é Organismo Certificador de Pessoas, acreditado pelo INMETRO.

Como primeira etapa desta conquista, o Instituto vem certificando **auxiliares, laboratoristas, tecnologistas e inspetores** das empresas contratantes, construtoras, gerenciadoras e laboratórios de controle tecnológico.

O certificado atesta que o profissional domina os conhecimentos e as práticas requeridos na atividade de controle tecnológico do concreto, entre os quais as especificações e os procedimentos de ensaios prescritos nas normas técnicas.

É a **garantia da qualificação do pessoal** de sua empresa!

Inscrições abertas!

PARA MAIS INFORMAÇÕES

Acesse: www.ibracon.org.br | Ligue: 11-3735-0202 | Email: qualificacao@ibracon.org.br



6° CONCRETE CONGRESS

Participe do maior evento de soluções tecnológicas que reúne toda a construção civil com a cadeia produtiva do concreto

**29 a 31
Agosto 2012**

Centro de Exposições Imigrantes

- 19 seminários
- 150 palestras simultâneas com especialistas mundiais
- Debates e palestras sobre temas fundamentais para o avanço e desenvolvimento do segmento

Seminário Racionalização dos sistemas construtivos à base de cimento
Organização: ABCP

Seminário Fundações e geotecnia nas obras de infraestrutura
Organização: ABMS

Seminário Concrete Show de Inovação
Organização: Concrete Show

Seminário Concrete Show de Tecnologia
Organização: Concrete Show

14° Seminário de Tecnologia de Estruturas
Organização: Sinduscon-SP

Seminário: Por que as estruturas duram centenas de anos
Organização: ABECE

Seminário Paredes de Concreto
Organização: ABESC

6° Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho
Organização: ANAPRE

Seminário Argamassa Projetada: Sistema de Revestimento Racionalizado
Organização: ABCP

Seminário A Industrialização da construção em concreto: desenvolvimento tecnológico, desempenho e suas aplicações
Organização: ABCIC

Seminário Alvenaria Estrutural: um sistema construtivo consagrado
Organização: Bloco Brasil

Seminário Racionalização de Estruturas de Concreto Moldadas in loco com Engenharia de Formas e Escoramentos
Organização: ABRASFE

Soluções para cidades: infraestrutura e desenvolvimento urbano nos municípios + Prêmio Soluções para cidades
Organização: ABCP

Seminário sobre Sustentabilidade
Organização: CBCS

Seminário Qualificação e Certificação de Profissionais da Construção Civil
Organização: IBRACON

Seminário Concrete Show de Industrialização da Construção
Organização: Concrete Show

Seminário Barragens
Organização: CBDB

Seminário Normas Nacionais e Internacionais de Concreto
Organização: ABNT

REALIZAÇÃO



Programação sujeita a alteração.

Informações e inscrições: www.concreteshow.com.br

NÃO BASTA SER O MAIOR, TEM QUE APRESENTAR SOLUÇÕES

Concrete Show South America, o maior ponto de encontro tecnológico que reúne anualmente todo o setor da construção civil com a cadeia produtiva do concreto



CONCRETE SHOW 2012

SOUTH AMERICA • BRAZIL • SÃO PAULO

**29 a 31
Agosto**

Centro de Exposições Imigrantes

- 550 expositores nacionais e internacionais
- 62.500 m² de exposição indoor e outdoor
- 30 mil visitantes profissionais
- 25 países participantes
- 19 seminários - 150 palestras simultâneas

UM OFERECIMENTO DE:



LIEBHERR

Putzmeister



+ EMPRESAS

+ LANÇAMENTOS

+ SOLUÇÕES

www.concreteshow.com.br

REALIZAÇÃO



INTERNATIONAL
MEDIA PARTNERS



CIA. AÉREA
OFICIAL



APOIO OFICIAL



A Vedacit está presente nas principais obras da Terra da Garoa. Ainda bem.



Linha completa de impermeabilizantes, aditivos para concreto e materiais para recuperação.

Vedacit está presente em grandes construções como a Ponte Estaiada Octávio Frias de Oliveira, o Rodoanel e a nova Estação da Luz. Se em obras desse porte os produtos Vedacit dão conta do recado, imagine o que podem fazer na sua.