

CONCRETO

& Construções



IBRACON
Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XL

67

JUL-SET • 2012

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

PAVIMENTOS DE CONCRETO

DURABILIDADE, SEGURANÇA, ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE EM RUAS, CORREDORES DE ÔNIBUS E RODOVIAS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

RENATO GIUSTI:
COMPROMISSO COM O
DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

CONCRETO ARMADO DE
ALTA RESISTÊNCIA EM
ALTAS TEMPERATURAS

ACONTECE NAS REGIONAIS

54º CONGRESSO BRASILEIRO
DO CONCRETO

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

54^o 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



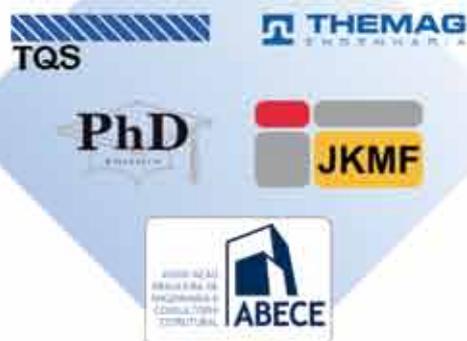
JUNTAS

JEMNE

ARMADURA



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



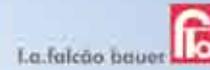
JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



CONSTRUTORAS



ODEBRECHT

FÔRMAS



CIMENTO



AGREGADOS



GOVERNO



PETROBRAS



CONCRETO





INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

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

DIRETOR PRESIDENTE
Túlio Nogueira Bittencourt

DIRETOR 1º VICE-PRESIDENTE
José Marques Filho

DIRETOR 2º VICE-PRESIDENTE
Julio Timerman

DIRETOR 1º SECRETÁRIO
Antonio Domingues de Figueiredo

DIRETOR 2º SECRETÁRIO
José Tadeu Balbo

DIRETOR 1º TESOUREIRO
Claudio Sbrighi Neto

DIRETOR 2º TESOUREIRO
Carlos José Massucato

DIRETOR TÉCNICO
Inês Laranjeira da Silva Battagin

DIRETOR DE EVENTOS
Luiz Prado Vieira Júnior

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

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA
Hugo da Costa Rodrigues Filho

DIRETOR DE MARKETING
Cláudia Henrique de Castro

DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
Arcindo Vaquero Y Mayor

DIRETOR DE CURSOS
Iria Lícia Oliva Doniak

DIRETOR DE CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA
Roseni Cezimbra



CRÉDITOS CAPA
Rodoanel Mario Covas
Trecho Sul - Dersa

seções

- 7 Editorial
- 8 Coluna Institucional
- 10 Converse com IBRACON
- 13 Encontros e Notícias
- 23 Personalidade Entrevistada:
Renato Giusti
- 47 Mantenedores
- 53 Mercado Nacional
- 77 Entidades da Cadeia
- 100 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
Fábio Luis Pedroso - MTB 41728
fabio@ibracon.org.br

PUBLICIDADE E PROMOÇÃO
Artene Regnier de Lima Ferreira
artene@ibracon.org.br
Hugo Rodrigues
hugo.rodrigues@abc.org.br

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

ASSINATURA E ATENDIMENTO
office@ibracon.org.br

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

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

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

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

33 ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA
Pavimento rígido ou flexível para corredor de ônibus?

38 ESTRUTURAS EM DETALHES
Projeto e execução do pavimento de concreto do Túnel do Morro Agudo, em Santa Catarina

60 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO
Avaliação dos pavimentos de concreto em diversas ruas de Curitiba

68 REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS
As vantagens econômicas, técnicas e ambientais do uso do *Whitetopping* e do *Inlay*

80 NORMALIZAÇÃO TÉCNICA
Procedimentos de avaliação e aceitação de pavimentos de concreto com o perfilógrafo Califórnia

85 OBRAS EMBLEMÁTICAS
BR 101 NE - uma das mais extensas rodovias de concreto em execução no mundo

90 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
Resultados obtidos em pesquisa experimental sobre o comportamento do concreto armado de alta resistência a altas temperaturas





IBRACON: 40 anos contribuindo para construção da infraestrutura do Brasil

É com grande alegria que estamos enviando a você, caro leitor, a 67ª edição da nossa *Revista Concreto & Construções*. Recentemente, passamos por um processo de reestruturação e aprimoramento, e esta edição é um reflexo disto. Abordaremos aqui o tema “Pavimentos de Concreto”, um assunto fundamental para construção da infraestrutura do nosso país.

Os pavimentos de concreto se tornaram nos últimos anos uma opção muito competitiva e durável para

construção de estradas, aeroportos, portos e grandes pátios industriais. Ao longo das páginas desta edição, deixaremos clara toda essa potencialidade que, por sinal, já é realidade em várias obras em nosso país, descritas nesta edição.

O concreto é um material fundamental para construção sustentável da infraestrutura do nosso país. Nas suas diversas modalidades e formas, está presente nas grandes obras de infraestrutura de transportes, saneamento e energia. Nossas grandes e potentes usinas hidrelétricas são um grande exemplo de sua aplicação em grandes volumes. Mas, não paramos por aí! Este fantástico material, associado a versáteis sistemas estruturais, está presente em nossas pontes e viadutos, em nossas rodovias e ferrovias, em nossos aeroportos, em nossos terminais portuários, em nossas estações de tratamento de água e esgoto, em nossas galerias e dutos, em nossos túneis, em nossas estações de metrô, em nossos edifícios, em nossos *shopping centers*, em suma, faz parte de nossas vidas.

Foi para valorizar e divulgar a utilização dos sistemas estruturais de concreto, além de promover o aprimoramento de técnicas para sua correta aplicação, que o IBRACON foi criado há 40 anos. Ao longo desses anos, nosso instituto vem trabalhando intensamente nesta direção e, hoje, colhe os frutos do trabalho de inúmeros associados que, por meio de sua dedicação voluntária e generosa, contribuíram para consolidação do IBRACON e seu consagrado evento técnico anual: o Congresso Brasileiro do Concreto.

Estamos realizando o 54º Congresso Brasileiro do Concreto (54CBC), em conjunto com a nossa FEIBRACON (Feira Brasileira das Construções em Concreto), na agradável cidade de Maceió, onde contamos com a participação da Regional de Alagoas, liderada pelo Professor Flávio Barboza de Lima. Manifestamos, em nome do Professor Flávio, nossos sinceros agradecimentos a toda equipe que compõe o comitê organizador local, por seu empenho em propiciar aos nossos participantes e associados um evento memorável. Esta é uma enorme responsabilidade, pois se trata da celebração de nossos 40 anos, quando faremos uma homenagem mais do que justa aos nossos fundadores e quando, certamente, teremos momentos inesquecíveis.

Tivemos a satisfação de perceber um aumento no número de artigos aceitos para publicação na nossa edição de 2012 e esperamos que este aumento se reflita também no número de inscrições e na movimentação na nossa área de exposições. Nosso evento itinerante procura levar o conhecimento e a tecnologia dos sistemas construtivos de concreto para todos os pontos do país e isto tem sido percebido de maneira positiva em todas nossas regionais envolvidas em sua organização.

O 54CBC está organizado em oito temas gerais: Gestão e Normalização, Materiais e Propriedades, Projeto de Estruturas, Métodos Construtivos, Análise Estrutural, Materiais e Produtos Específicos, Sistemas Construtivos Específicos e Sustentabilidade. O tema Sustentabilidade é fundamental para o IBRACON e, por esta razão, decidimos adicioná-lo aos 7 tradicionais temas cobertos ano a ano.

Mas teremos muito mais no 54CBC! Nossos concursos foram reformulados de forma a trazer novos desafios aos nossos estudantes, com um claro viés ecológico e ambiental. Teremos também quatro eventos paralelos importantes: o I SILAMCAA - SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE CONCRETO AUTOADENSÁVEL, o II SEMINÁRIO SOBRE INFRAESTRUTURA METROVIÁRIA E FERROVIÁRIA, o DAM WORLD CONFERENCE, e o PAV2012 - 3º Workshop IBRACON sobre Pavimentos de Concreto. Isso sem contar os diversos cursos de atualização que serão oferecidos durante o evento, dentro da revitalização e reativação do nosso programa *MasterPEC*. Dentre esses cursos, cabe destacar o curso *Joint IBRACON-RILEM Course on Self-Compacting Concrete*, ministrado pelos professores Geert de Schutter, Pieter Desnerck e Bernardo Tutikian, os dois primeiros da Bélgica e o último do Brasil.

Venha ao 54CBC, comemore e participe intensamente! O IBRACON e Maceió lhes esperam de braços abertos. Contamos com a sua participação e o seu entusiasmo para construirmos um Instituto cada vez melhor e mais forte!

TÚLIO N. BITTENCOURT

PRESIDENTE DO IBRACON E PROFESSOR DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP •

Mão de obra qualificada, educação continuada e desenvolvimento sustentável



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

O desenvolvimento sustentável de um setor passa necessariamente por dois importantes aspectos: a manutenção de normas técnicas atualizadas que permitem consolidar os seus referenciais; e a educação continuada que possibilita a capacitação e aperfeiçoamento dos profissionais que nele atuam. A massa crítica constituída, além de atuar no mercado imprimindo mais qualidade e produtividade, também retroalimentará os referenciais. É um ciclo, que, sem dúvida, contribui com o desenvolvimento do país, da iniciativa privada e da própria academia, à medida que acrescenta informação qualificada nas diversas esferas.

Consciente de sua missão em relação à educação na engenharia do concreto, o IBRACON, em 2005, deu início a um importante programa de aperfeiçoamento e educação continuada, denominado MasterPEC (Master em Produção de Estruturas de Concreto), composto de disciplinas que englobam aspectos tais como: Projeto, Produção, Tecnologia, Gestão (Vida Útil e Durabilidade), Manutenção e Aplicações das estruturas de concreto. Estas disciplinas são ofertadas ao longo do ano, inclusive durante o Congresso Anual, usualmente com carga horária de 4 ou 8 horas, que contabilizam de forma equivalente créditos para o programa.

Para que estas disciplinas possam ser oferecidas a um custo acessível aos participantes, o Instituto conta com uma parceria estabelecida entre os patrocinadores, preferencialmente empresas associadas.

Visando à melhoria contínua do programa, recentemente revisamos o regulamento, que poderá ser acessado em nosso site www.ibracon.org.br. Além de ter evidenciado tratar-se de um programa de educação continuada (aperfeiçoamento), o novo modelo possibilitará ampliar a oferta de cursos ao longo do ano, passando a contar com disciplinas provenientes de programas de entidades parceiras, desde que tenham o conteúdo e qualificação do instrutor aprovadas pelo Instituto. Em breve, serão divulgadas através do site e da revista o programa de disciplinas para 2013.

Inaugurando este novo período, desenvolvemos uma programação especial que estará ocorrendo durante o 54^º Congresso Brasileiro do Concreto em Maceió, de 8 a 11 de outubro. Além dos cursos nacionais já confirmados (*confira no box*), o destaque da programação será um curso sobre Concreto Autoadensável, coordenado pelo RILEM (*The International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures*). Esta ini-



CURSO IBRACON-RILEM CONCRETO AUTOADENSÁVEL

APOIO: CNPQ

DATA: 08 e 11/10

CARGA HORÁRIA: 8 horas

INSTRUTORES: Geert de Schutter, Pieter Desnek e Bernardo Tutikian

CURSO ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO

PATROCINADOR: T&A

DATA: 10/10

CARGA HORÁRIA: 8 horas

INSTRUTORES: Carlos Franco e Íria Doniak

CURSO SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

PATROCINADOR: Holcím

DATA: 10/10

CARGA HORÁRIA: 4 horas

INSTRUTORES: Paulo Helene e Íria Doniak

CURSO TECNOLOGIA DE ADITIVOS E ADIÇÕES PARA CONCRETO

PATROCINADOR: Sika

DATA: 09/10

CARGA HORÁRIA: 8 horas

INSTRUTOR: Geniclesio Santos

ciativa vem ao encontro a outro importante princípio, que é o fortalecimento do Instituto através dos relacionamentos com outras entidades, bem como o monitoramento das práticas internacionais que irão agregar valor ao que já desenvolvemos em nosso país: pensar de forma global e agir localmente.

Desta forma, esperamos que os temas já selecionados, com base na demanda, correspondam às expectativas de nossos associados, bem como gostaríamos de incentivar as empresas e profissionais técnicos a participarem dos cursos ofertados.

Maiores informações e inscrições www.ibracon.org.br . ●



Curso IBRACON-RILEM sobre Concreto Autoadensável



Maceió Alagoas | Outubro 2012

→ OBJETIVO

Abordar aspectos teóricos e práticos do concreto autoadensável, tais como: dosagem, processo construtivo, especificações e aplicações da tecnologia.

→ CONTEÚDO

O curso aborda o conteúdo do livro "Self-Compacting Concrete", escrito pelos pesquisadores G. De Schutter, P. Bartos, P. Domone e J. Gibbs, publicado em 2008 pela Whittles Publishing e recomendado pela RILEM.

→ PÚBLICO

Estudantes, Engenheiros Cíveis e Arquitetos

→ PALESTRANTES

- Prof. Geert De Schutter (Ghent University)
Diretor de Desenvolvimento da RILEM
- Dr. Pieter Desnerk (Ghent University)
Pesquisador e membro da RILEM
- Prof. Bernardo Tutikian (Unisinos)
Presidente da Alconpat

→ INSCRIÇÕES

Site: www.ibracon.org.br
Tel.: 11-3735-0202 (Camila)



CONVERSE COM O IBRACON

Perguntas e Respostas

DE QUE MODO OS CORREDORES DE ÔNIBUS PODEM CONTRIBUIR PARA DESAFOGAR O TRÂNSITO?

As cidades brasileiras enfrentam diariamente grandes desafios. Em um cenário marcado pela falta de infraestrutura viária para suportar o crescimento da frota, em que há precariedade dos meios de transporte e excesso de veículos de passeio – sinônimo de engarrafamentos –, o maior deles talvez seja oferecer transporte público, de massa, de qualidade.

O BRT – Bus Rapid Transit, conhecido como corredor segregado e exclusivo de ônibus especiais, é uma alternativa eficiente para minimizar essa situação. O sistema BRT apresenta grande capacidade de atendimento de demanda com excepcional qualidade. Uma das vantagens é que os sistemas de BRT podem ser implantados em pouco tempo, garantindo a melhora nas condições de deslocamento diário dos cidadãos.

A implantação dos corredores de ônibus, no entanto, demanda projeto de infraestrutura que contemple um pavimento de qualidade, durável, capaz de suportar trânsito pesado, constante e repetitivo, com baixos custos de manutenção. Por esse motivo, o pavimento de concreto está nos principais corredores de ônibus de Curitiba, São Paulo, Porto Alegre, Brasília e Belo Horizonte.

A solução, mais adequada por ter vida útil maior que as demais alternativas de pavimentação e custo competitivo – no Brasil, existem pavimentos de concreto com mais de 50 anos de uso –, também proporciona melhores condições de segurança aos usuários, ao reduzir as distâncias de frenagem, não promover aquaplanagem e ter maior visibilidade, principalmente em dias de chuva, dada à coloração clara.

De olho nos grandes eventos esportivos que o Brasil sediará, a tendência é que o BRT ganhe espaço nos próximos anos. Não é por menos que o BRT está contemplado no PAC de mobilidade urbana, aprovado pela presidente Dilma. Ademais, só um sistema de transporte de boa qualidade será capaz de promover a adesão da população ao transporte público.

Respondido por ENG. RONALDO VIZZONI, gerente de infraestrutura da ABCP (membro do Comitê Editorial)

COMO A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO MOSTRA-SE PROMISSORA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS ESTRUTURAS CONSTRUTIVAS? (Pergunta enviada ao IBRACON por Eng. Rachel de Moraes de Fortaleza, CE)
Em 1987, a “Brundtland Commission” da ONU registrou a definição do termo “sustentabilidade”. Trata-se, em seu conceito atual, de algo que requer uma postura equilibrada e racional de con-

junção de aspectos sociais, econômicos e ambientais no trato da produção de bens e infraestrutura para melhoria da qualidade de vida de nossas comunidades. Esse conceito surgiu da emergência do risco do aquecimento global desenfreado, que, segundo alguns autores, devia-se ao efeito nefasto dos chamados gases estufa, sendo o principal deles, o gás carbônico (CO₂). A partir desse conceito, o mundo produtivo passou a trabalhar freneticamente nos últimos dez anos no sentido de aperfeiçoar os processos industriais que emitem gases estufa, na busca da redução de sua emissão. Em particular o setor de concreto conseguiu vitórias expressivas nesse campo, envolvendo redução do consumo de matérias primas (fazer mais com menos); redução do consumo de água; redução do consumo de energia não renovável e também redução das emissões de CO₂, sendo o Brasil hoje considerado referência mundial em produção de cimentos com baixa emissão de CO₂.

Curiosamente, segundo a revista Veja e várias outras fontes, James Lovelock, famoso ambientalista e colaborador da NASA, considerado um dos Pais da Teoria do Aquecimento Global, agora volta atrás e se arrepende, considerando que estava equivocado e que agiu de forma alarmista. Em outras palavras, ele representa uma nova corrente de

pesquisadores que reconhecem que o CO_2 não é mais tão prejudicial quanto se pensava e assim sendo a chamada Revolução Industrial não será a responsável pela destruição da humanidade. Segundo Lovelock, “...o problema é que não sabemos o que o clima está fazendo. A gente achava que sabia há 20 anos. Isso levou a alguns livros alarmistas – o meu inclusive – porque aquilo parecia claro, mas não aconteceu. ...o clima está fazendo suas traças de sempre. De fato, nada está acontecendo ainda. O planeta deveria estar a meio caminho da frigideira, no entanto, não aqueceu desde o começo deste milênio. A temperatura se mantém constante, quando deveria estar crescendo. O dióxido de carbono está crescendo, sobre isso não há dúvida, mas suas conseqüências ainda não são claras”.

No âmbito da construção civil, o concreto destaca-se pela sua flexibilidade e capacidade de desenvolver-se na direção certa. Apesar da evolução já ocorrida, haja vista a industrialização crescente da construção conseguida pelo uso progressivo e consistente de concretos de resistência cada vez mais elevada, ou seja, uso de concretos de maior eficiência. Ressalte-se também a valiosa contribuição da sustentável indústria de pré-moldados, que consegue fazer bem mais com menos e com resíduo zero e que hoje é uma das áreas produtivas de maior crescimento no país. Apesar dessas e outras vitórias, pode-se dizer que ainda é o começo de uma longa caminhada.

Hoje há concretos com resistências mecânicas de 100MPa a 800MPa que praticamente ainda não são explorados por necessitarem uma mudança de postura em relação ao projeto arquitetônico e estrutural, assim como uma significativa adequação das empresas

de produção de concreto e de controle (ensaios).

Acompanhar essa evolução é o grande desafio para aqueles que desejam estar atualizados ou na vanguarda. Para tal, é fundamental uma educação continuada, a participação em eventos, congressos, feiras; além de estar perto da academia e da indústria, pois hoje o conhecimento de qualidade é gerado das mais distintas formas e nas mais diferentes organizações, sejam elas de ensino, empresariais, públicas ou privadas.

Respondido por PROF. PAULO HELENE, diretor da PhD Engenharia e professor titular da Universidade de São Paulo (presidente do Comitê Editorial)

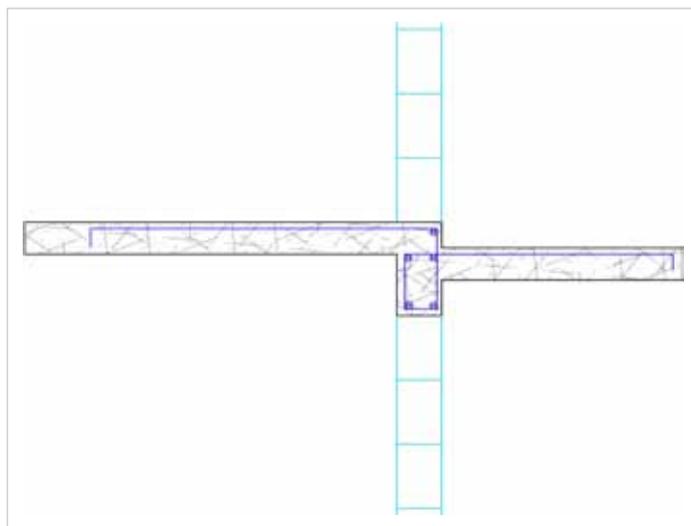
É POSSÍVEL EXECUTAR BALANÇOS EM EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL?

Do ponto de vista técnico, existem soluções para concepções de balanços em edifícios de alvenaria estrutural ou de outro sistema construtivo. O balanço impõe momentos na estrutura que precisam ser resistidos de alguma forma. Se há uma laje contínua ao balanço, provavelmente é possível equilibrar balanços de vãos não elevados (por exemplo, até 1,50m para

lajes de 10 cm de espessura) nessa laje contínua. Quando há rebaixos, deve-se tomar o cuidado de detalhar uma armadura em laço na região do rebaixo e “retirar” a última fiada da parede para criar um nó de concreto armado (veja detalhe na figura).

Para vãos maiores, é provável ser necessário conceber vigas de concreto armado “embutidas” em paredes estruturais. A viga deve ter um comprimento de apoio sobre a parede superior ao comprimento do balanço, sendo recomendado que essa viga seja disposta sobre todo o comprimento no respaldo da parede. Deve-se verificar o momento que o balanço transfere a parede, tomando o cuidado de não haver tração na parede e também não haver compressão excessiva. Usualmente em andares inferiores não ocorre tração na parede, pois existe a carga de compressão dos andares de cima sobre essa, sendo muitas vezes a cobertura o pavimento crítico. A especificação de blocos de elevado f_{bk} (que, por sinal, é a chave de uma boa alvenaria estrutural) pode permitir resistência à compressão adequada.

O empreendedor deve ter em mente que a concepção de balanços, em



prédios de alvenaria estrutural ou de concreto armado, leva a maiores consumos de aço. O consumo médio de aço em lajes de edifícios de alvenaria estrutural usualmente fica em torno de 50kg de aço por metro cúbico de concreto. Entretanto, existem casos de edifícios com estrutura concebida com lajes de vãos pequenos e sem balanço com consumo de 40 kg/m³. Outros casos de edifícios com balanços expressivos, o consumo pode chegar a 70 kg/m³ ou mais.

Portanto, é possível executar balanços em alvenaria estrutural, desde que todos os esforços sejam verificados e os elementos estruturais bem detalhados. Recomenda-se que os balanços sejam limitados a pequenos vãos para não aumentar muito o custo da estrutura e tornar simples os detalhes executivos.

Respondida por GUILHERME PARSEKIAN, professor do Programa de Pós-Graduação em Estruturas

Manifestações sobre a revista

MEU CARO FABIO,

Recebi a revista do Ibracon onde consta o meu artigo. Todo o conteúdo da revista está espetacular e a diagramação é de primeiro mundo. Parabéns! Conte comigo quando precisar. Em tempo: já recebi vários telefonemas dando os parabéns pelo artigo.

CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA, consultor da CCR Ponte e autor de artigo publicado na edição 66

BOM DIA FABIO

Sou desenhista na área de concreto armado "in loco" e protendido. Gostaria de saber se existe alguma maneira de receber a revista concreto gratui-

e e Construção Civil e coordenador do Laboratório de Sistemas Estruturais da UFSCar (membro do Comitê Editorial)

tamente. Estou no 3º ano do curso de engenharia civil e a área que mais me fascina é projeto estrutural em concreto armado. Adoraria ter um material destes na minha mão, quando num futuro próximo tivesse alguma dúvida, teria em casa um material de excelente qualidade técnica para consultas.

Em todos os escritórios que já trabalhei, as empresas não deixam que ninguém leve a revista (já vi e li várias e seu conteúdo é de excelente qualidade, tanto para o nível profissional como o acadêmico). Caso tenha lido até aqui, independentemente da resposta, agradeço a sua atenção.

ATT.

ALEX SANDRO DOS SANTOS, estagiário na Protendit •

A casa do Concreto Dosado em Central



PAREDE DE CONCRETO



PISO ESTAMPADO



CONCRETO PERMEÁVEL



CONCRETO AUTOADENSÁVEL



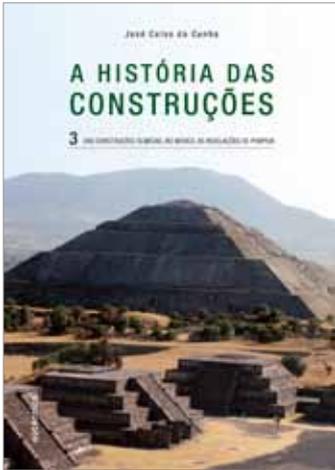
HÉLICE CONTÍNUA



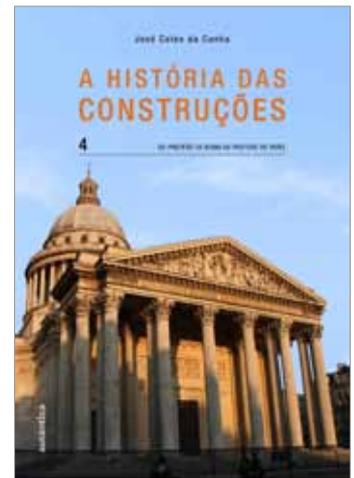
PAREDES DE CONCRETO

➤ Livros

A História das Construções – Vols. 3 e 4



- ➔ José Celso da Cunha – professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
- ➔ Autêntica Editora



Depois de lançar os volumes 1 e 2, em 2009, no 51º Congresso Brasileiro do Concreto, José Celso da Cunha traz ao público os dois últimos volumes de sua obra “A História das Construções”, resultado de um projeto institucional patrocinado pela ArcelorMittal, com apoio do CEFEP-MG, que buscou compilar toda a trajetória da humanidade na arte de construir.

O primeiro volume da série (Da pedra lascada até as pirâmides de Dahchur) iniciou o estudo sobre o surgimento e a evolução da engenharia e da arquitetura, com as construções em argila na Mesopotâmia, no terceiro milênio antes de Cristo, as construções de barro e rama em Caral-supe, no Peru, as construções de pedra de Carnac, na França, até o alvorecer da IV Dinastia do Império Antigo, no Egito. O segundo volume (Das grandes pirâmides de Gisé ao templo de Medinet Habu) prosseguiu os estudos sobre os avanços técnicos que consolidaram o emprego da pedra na construção, que partiu das grandes pirâmides de Gisé, passou pelas construções das primeiras civilizações do Peru, de Creta, da Grécia e retornou às construções do Egito no Novo Império.

Agora, o terceiro volume (Das Construções Olmecas às Revelações de Pompeia), lançado no Workshop da ABECE na Concrete Show South America, ocorrido no último dia 30 de agosto, deu continuidade à história do desenvolvimento das construções a partir de 1500a.C.,

partindo os olmecas e outras civilizações na Mesoamérica, passando por assírios e persas, na Mesopotâmia, até os gregos e romanos, nas edificações de Pompeia e Herculano. O lançamento do quarto e último volume da série (Do Panteão de Roma ao Panteão de Paris) vai acontecer no 54º Congresso Brasileiro do Concreto, que acontece de 08 a 11 de outubro, no Centro Cultural e de Eventos de Maceió. O volume destaca como as construções romanas se beneficiaram das técnicas do arco e do concreto para o desenvolvimento de sua arquitetura.

➔ Informações: www.autenticaeditora.com.br

Contribuir com a sustentabilidade é o nosso papel.



OgilvyOne

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

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



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



www.gerdau.com.br

Manual Técnico de Estacas Pré-Fabricadas de Concreto

→ Edição atualizada e ampliada

Lançado no Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia 2012 (SEFE7), a nova edição do Manual Técnico de Estacas Pré-Fabricadas de Concreto objetiva disseminar a utilização desses elementos de fundação segundo a norma brasileira ABNT NBR 6122:2010.

Escrito em conjunto por 11 empresas fabricantes de estacas de concreto pré-fabricado, reunidas no Comitê de Estacas Pré-Fabricadas de Concreto, a publicação é ferramenta essencial para que os profissionais observem as condições básicas nos projetos de execução de fundações de edifícios, pontes e outras estruturas, uniformizando critérios de cálculos e de utilização de estacas de concreto pré-fabricadas.

Dois novidades: um capítulo sobre aspectos normativos; e a atualização de valores de resistência do concreto – de 35 para 40.

→ Informações: www.abcic.org.br



Estruturas em Concreto Protendido: pré-tração, pós-tração; cálculo e detalhamento

→ Roberto Chust Carvalho – professor associado da Universidade Federal de São Carlos

→ Editora: PINI

Voltado aos estudantes de Engenharia Civil e aos profissionais que queiram aprofundar seus conhecimentos sobre estruturas em concreto protendido, o livro aborda a conceituação, tipos de protensão e as aplicações do concreto protendido.

De forma inédita, são apresentados roteiros para o pré-dimensionamento e dimensionamento da armadura longitudinal, considerando tanto a pré-tração como a pós-tração. Aspectos de detalhamento da armadura de protensão na seção transversal, assim como ao longo dos elementos, são também contemplados.

Todos os capítulos contêm exemplos didáticos, apresentando a aplicação prática dos conceitos contidos no texto básico.

→ Informações: www.pini.com.br



A ABCIC TRABALHA POR CONQUISTAS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL



As ações mais relevantes realizadas pela Associação:

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

ABCIC trabalhando para o desenvolvimento do setor e do País

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

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

➤ Livros

Pontes Brasileiras

- ➔ Augusto Carlos de Vasconcelos
- ➔ Editora: PW Editores

Edição revisada e atualizada do livro “Pontes Brasileiras” do Prof. Augusto Carlos de Vasconcelos, lançado em 1993, ano em que lhe foi concedido o título de “Engenheiro do Ano” pelo Instituto de Engenharia.

Além das pontes que constam na primeira edição, a nova edição, em dois volumes, traz textos e fotos de famosas pontes estaiadas, que não existiam quando do lançamento da edição antiga.

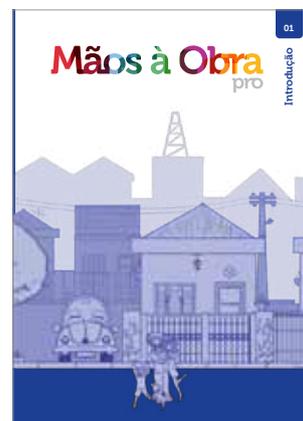
O lançamento do livro vai ocorrer no dia 26 de outubro, às 19:30h, no Rosa Rosarum, na Rua Francisco Leitão, 416, em Pinheiros.

➔ Informações: luana@tqs.com.br

Mãos à Obra pro

Coletânea de fascículos que fornece o passo a passo das etapas de construção e reforma de uma residência, de forma simples e prática. Desenvolvido pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), com o apoio de entidades e profissionais do setor de construção civil.

A introdução à série foi lançada no Concrete Show South America 2012, no dia 29 de agosto, e pode ser acessado no site www.maosaobra.org.br.



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



CURITIBA / PR



FLORIANÓPOLIS / SC



PORTO ALEGRE / RS



RIO DE JANEIRO / RJ



MONTE MOR / SP

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

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

Cassol, constrói o presente e molda o futuro.



CASSOL
PRÉ-FABRICADOS

Nossas Fábricas:

SC . Tel. (48) 3381 5900

RJ . Tel. (21) 2682 9400

www.cassol.ind.br

PR . Tel. (41) 3641 5900

RS . Tel./Fax (51) 3462 5900

SP . Tel./Fax (19) 3879 8900

comercial@cassol.ind.br

↗ Cursos

Curso sobre Projeto e Construção de Pavimentos Permeáveis

À luz das experiências nacionais e estrangeiras e visando a gestão da drenagem urbana, o curso apoia-se no conceito de pavimento intertravado para tratar do controle do escoamento superficial, projeto e construção de pavimento

- Data: 2 e 3 de outubro
- Local: ABCP/SP
- Inscrições: www.abcp.org.br

Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração – ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

Apresenta os requisitos necessários para que laboratórios implementem seu sistema de gestão da qualidade em laboratório, para, assim, demonstrar a competência técnica necessária para assegurar a confiabilidade nos resultados entregues aos clientes.

SÃO PAULO

- Datas: 24 e 25 de setembro/10 e 11 de dezembro
- Local: São Paulo: Av. Paulista, 726 – 10º andar – Bela Vista

RIO DE JANEIRO

- Datas: 05 e 06 de novembro
- Local: Av. Treze de Maio, 13 – 27º andar – Centro
- Inscrição: www.abnt.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
27 a 29 de novembro	ABCP/SP
Inscrições: www.abcp.org.br	



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



↗ Eventos

41ª Reunião Anual de Pavimentação

A Associação Brasileira de Pavimentação (ABPv) realiza de 02 a 05 de outubro, no Pavilhão Leste do Centro de Eventos do Ceará, em Fortaleza, sua 41ª Reunião Anual de Pavimentação e a Feira de Materiais e Equipamentos para Pavimentação.

O evento vai abordar os materiais, métodos de dimensionamento, processos construtivos, técnicas de conserva-

ção e manutenção de pavimentos, além de outros temas correlatos, tais como: legislação ambiental aplicada à pavimentação; planejamento e gestão rodoviária; operação e segurança viária; drenagem; etc.

Destaque para as palestras de conferencistas internacionais.

Mais informações: www.expopavimentacao.com.br

ENECE 2012

A Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural – ABECE realiza nos dias 24 e 25 de outubro, no Milenium Centro de Convenções, seu 15º Encontro Nacional de Engenharia e Consultoria Estrutural – ENECE 2012.

Entre os destaques, uma mesa-redonda composta pelos engenheiros Luiz Ceotto, Jorge Battouni, José Roberto Bernasconi e Suely Bueno sobre a visão que os clientes têm da engenharia e consultoria estrutural; palestra do projetista belga Arnold Van Acker sobre as ligações com elementos

pré-moldados para edifícios altos; e palestra do engenheiro Mario Franco sobre os 60 anos da história das estruturas.

Na abertura do evento, será realizada a cerimônia de entrega do 10º Prêmio Talento Engenharia Estrutural, que homenageia profissionais da área de projetos estruturais em quatro categorias: infraestrutura; edificações; obras de pequeno porte; e obras especiais. Os vencedores ganharão uma viagem para visita monitorada às obras de reconstrução do World Trade Center, nos Estados Unidos.

Mais informações: www.abece.com.br/enece2012



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

Atende a
ASTM C 309-3

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

UMA LINHA COMPLETA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

www.denverimper.com.br

DENVER
IMPER MEABILIZANTES



Concrete Show South America 2012

O Instituto Brasileiro do Concreto participou, conjuntamente com outras entidades do setor construtivo brasileiro, do Concespaço, espaço de exposição da ABCP e da ABESC e mais 12 entidades, entre as quais o IBRACON, na Concrete Show South America 2012, um dos maiores

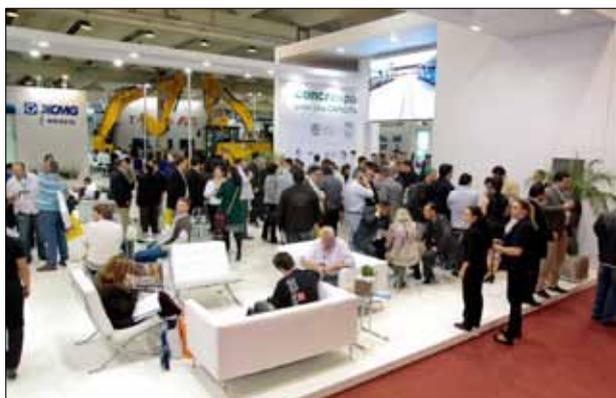
eventos da América Latina em soluções para a cadeia produtiva do concreto, que aconteceu de 29 a 31 de agosto, no Centro de Exposições Imigrantes.

No Concrete Congress, espaço para seminários, workshops e palestras técnicas na

Concrete Show, o IBRACON organizou o Seminário Qualificação e Certificação de Profissionais da Construção Civil, no dia 31 de agosto, das 8h30 às 12h30.

O Seminário apresentou os passos para que o profissional de controle tecnológico do concreto obtenha sua certificação; detalhou as categorias, requisitos, escolaridade e experiência profissional previstos na norma brasileira ABNT NBR 15146, de qualificação de profissionais voltados ao controle tecnológico do concreto; e informou sobre o andamento dos trabalhos da Comissão de Estudos para elaboração de projeto de norma brasileira para a qualificação de inspetores de estruturas de concreto, segmento que o Programa vai abranger em breve.

O evento contou com a participação de cerca de 30 pessoas.



Soluções completas que constroem o Brasil do futuro

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

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

CONSTRUIR É REALIZAR.



0800 7019898

www.mapadaobra.com.br



ENGEMIX



10ª Conferência Internacional sobre Pavimentos de Concreto da Sociedade Internacional para Pavimentos de Concreto

JOSÉ TADEU BALBO – 2º DIRETOR-SECRETÁRIO DO IBRACON E VICE-PRESIDENTE DA ISCP

Parte dos participantes do 3th Advanced Workshop em Lac Delage, Canadá



Entre 8 e 11 de julho de 2012 ocorreu, na cidade Ville de Quebec, no Canadá, a 10ª Conferência Internacional sobre Pavimentos de Concreto da *International Society for Concrete Pavements (ISCP)*. Ela foi precedida, como nos anos de 2005 e de 2008, pelo 3º Workshop Avançado sobre Inovações e Modelagem para Pavimentos de Concreto Resilientes e Sustentáveis. Ambos os eventos, embora com características diferentes, são realizados sob a coordenação da ISCP. A décima conferência foi presidida por Tim Smith (Canadá) e José Balbo (Brasil) enquanto que o 3º Workshop foi presidido por Jeffery Roesler e Lev Khazanovich (ambos dos EUA).

O 3º Workshop ocorreu em Lac Delage, cercanias de Ville de Quebec, entre os dias 5 e 7 de julho de 2012.

Como em suas edições anteriores, é formatado em sistema de mesa-redonda, quando 38 renomados especialistas de várias partes do mundo, maioria deles procedente de ambiente acadêmico, apresentam e discutem os mais atualizados

e inovadores assuntos, na fronteira do conhecimento sobre pavimentos de concreto. O formato do workshop não exige a submissão de artigos, mas apenas um resumo da apresentação de cada convidado, que teve 20 minutos para expor, seguidos de dez minutos de discussão. Dessa maneira, esse formato de conferências científicas valoriza a reflexão e discussão de ideias, de modo aberto e amplo.

Os temas fundamentais muito discutidos no 3º Workshop foram: comportamento de juntas com barras de transferência; modelagem de tensões resultantes de empenamento térmico e higrométrico; relações entre fadiga do concreto comparando-se placas reais e vigotas em laboratório para pavimentos de aeroportos; whitetoppings e overlays (placas sobre placas, aderidas ou não); fratura e tenacidade de concretos reciclados para novas construções de pavimentos de concreto; uso de recursos de imagem para avaliação de condições de placas e armaduras; qualidade de rolamento. Um resumo das princi-

pais conclusões do workshop teórico foi apresentado por Jeffery Roeler na sessão de abertura da 10ª Conferência da ISCP. Tradicionalmente, o público dos workshops teóricos é composto por acadêmicos e pesquisadores. Porém, houve a participação de alguns segmentos da indústria (juntas e premoldados) e de consultoria, o que enriqueceu os debates, dado o interesse de ambos pela pesquisa de ponta.

A 10ª Conferência Internacional, ocorrida no Chateau Frontenac em Ville de Quebec, teve por tema principal “Soluções Sustentáveis para as Necessidades Globais dos Transportes”. A plenária de abertura discutiu os aspectos de sustentabilidade aplicados à pavimentação em concreto, com quatro palestras abrangendo a situação e experiências canadense, estadunidense, europeia e sulamericana (nesse caso, Argentina, Brasil e Chile).

Uma das sessões técnicas abrangeu o tema dos pavimentos de concreto permeáveis incluindo as experiências em climas frios bem como os desafios sobre a dosagem de concretos permeáveis. Em termos de Mecânica de Pavimentos, as eternas preocupações relacionadas a efeitos térmicos, a fissuração iniciada em topo pra fundo de placas e relacionadas à fissuração inicial da superfície de concreto, bem como os efeitos de subleitos muito viscoelásticos, foram os principais temas tratados.

O tema de pavimentos premoldados de concreto tem sido recorrentemente considerado e uma sessão técnica exclusivamente dedicada a ele ocorreu. David Merrit (que esteve no Workshop do IBRACON em Recife, 2007) expôs as mais recentes experiências com sistemas pós-tensionados em duas direções, assunto bastante inovador para a área. Na temática sobre Desafios para Projetar pavimentos de concreto, Lev Khasanovich e Michael Darter expuseram, de forma clara e incontestante, as grandes dificuldades enfrentadas no desenvolvimento do *Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide* da AASHTO, expondo sob a forma de “Confissões” as falhas e hipóteses

assumidas originalmente, que devem ser objeto de tratamento nos anos vindouros: o método não está acabado e ainda contém hipóteses subjetivas por falta de modelos objetivos de degradação para algumas situações.

Sessões técnicas sobre dosagem de concretos com materiais alternativos, sustentabilidade relacionada à emissão e eliminação de CO₂ com pavimentos de concreto, processos de deterioração (degradação de juntas, oxidação de barras devido ao uso de sais, reação álcali-agregado e fissuras transversais prematuras) e características de superfície também mostraram estudos inovadores. O melhor artigo da conferência, agraciado com a honra maior oferecida pela ISCP (Prêmio Eldon Yoder), foi o artigo “Como projetar e construir pavimentos de concreto silenciosos”, dos autores Robert Otto Rasmussen, Richard Soheny, Gary J. Fick e E. Thomas Cackler.

Em termos de Métodos não destrutivos, técnicas de ondas cisalhantes para avaliar a condição interna de placas (barras e fissuras), uso de emissão de neutrons para avaliação de distribuição de fibras de aço, fluorescência de raios-X para determinação do traço de concretos frescos, retroanálise por evolução diferencial e determinação de espessura de placas, foram temas de enorme interesse.

A conferência teve ainda uma sessão pôster e uma sessão específica de pôsteres sobre trabalhos de pesquisas de estudantes de pós-graduação, que ofereceu premiação. Houve ainda os workshops paralelos ocorridos durante a conferência. O primeiro deles foi sobre métodos de projeto de pavimentos de concreto, onde pode ser verificado cabalmente que muitos países, nas últimas duas décadas, desenvolveram métodos de projeto consistentes com suas condições, bem como ocorreu normalização específica em vários países, incluindo-se aí o Brasil. Temas como modelagem de temperaturas, empenamento de retração durante cura, fissuras iniciantes na superfície para o fundo, modelagem de fadiga específica para concretos local-

Apresentações e discussões em formato de mesa-redonda



José Balbo na sessão plenária de abertura da 10ª Conferência



mente disponíveis etc., foram aspectos importantes na definição de novos métodos, um bom indicativo de que “não há como barrar o progresso, mesmo que nós rememos contra a onda”. Robert Rodden conduziu de maneira diligente a organização dos trabalhos juntamente com Sunnel Vanikar, do *Federal Highway Administration*.

Workshops sobre materiais inovadores, preservação de pavimentos de concreto (assunto pouco conhecido), vias mu-

nicipais em concreto, durabilidade, sustentabilidade, estiveram repletos de participantes. As principais soluções modernas em concreto como os pavimentos continuamente armados e os premoldados, mereceram workshops específicos, conduzidos por especialistas na área. *Whitetoppings* e características de superfície também tiveram workshops específicos.

David Brill (que esteve no 53º CBC do IBRACON em 2011), que coordenou workshop sobre os novos métodos de projeto e avaliação de pavimentos aeroportuários, foi muito procurado pelos conferencistas presentes. Eles incluíram nas apresentações exemplos práticos de emprego do *software* FAARFIELD 1.305 para projeto de pavimentos flexíveis, rígidos e restaurações de pavimentos.

As conferências internacionais da ISCP sucederam, a partir de 2001, a tradicional e quadrienal conferência sobre pavimentos de concreto da Universidade de Purdue, cuja primeira edição ocorreu em 1977 e a última em 1997, em Indianápolis, EUA. Registre-se a presença muito restrita de brasileiros na edição de 2012 (um dos presentes foi o Dr. Luiz Guilherme Rodrigues de Mello do DNIT-MT). Maiores informações sobre os eventos podem ser obtidas em:

<http://www.concretopavements.org/Membership/Newsletter/JULY2012Newsletter.pdf> . ●

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



Acreditado pelo INMETRO para certificar mão de obra da construção civil



O IBRACON é Organismo Certificador de Pessoas, acreditado pelo INMETRO (OPC-10).

Estão sendo certificados auxiliares, laboratoristas, tecnologistas e inspetores das empresas contratantes, construtoras, gerenciadoras e laboratórios de controle tecnológico.

O certificado atesta que o profissional domina os conhecimentos exigidos para a realização de atividades de controle tecnológico do concreto, entre os quais as especificações e procedimentos de ensaios contidos nas normas técnicas.

A certificação é mais um diferencial competitivo para sua empresa: a garantia da qualificação dos profissionais contratados!

INSCRIÇÕES ABERTAS!
Acesse: www.ibracon.org.br (link "Certificação")



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

Centros de Exame de Qualificação

ABCP | Associação Brasileira de Cimento Portland | Unidade São Paulo
Av. Torres de Oliveira, 76 – Jaguaré – São Paulo – SP

Alphageos Tecnologia Aplicada S.A.
Rua João Ferreira de Camargo, 703 – Tamboré – Barueri – SP

Daher Tecnologia em Engenharia LTDA
Rua Hildebrando Cordeiro, 75 – Campina Siqueira – Curitiba – PR

Escola SENAI – SP "Orlando Laviero Ferraiuolo"
Rua Teixeira de Melo, 106 – Tatuapé – São Paulo – SP

EPT | Engenharia e Pesquisas Tecnológicas
Av. São José, 450 – Ayrosa – Osasco – SP

FUNDEPE | Laboratório de Materiais de Construção
Av. Unisinos, 950 – Bairro Cristo Rei – São Leopoldo – RS

JBA | Engenharia e Consultoria Ltda
Av. Analice Sakatauskas, 796 - Jd. Ipê - Osasco - SP

TECOMAT | Tecnologia da Construção e Materiais LTDA
Rua Serra da Canastra, 391 – Cordeiro – Recife – PE

Universidade Federal da Bahia (UFBA) | Escola Politécnica
Rua Prof. Aristides Novis, 02 – Federação – Salvador – BA

UNIVAP | FEAU (Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo)
Av. Shishima Hifumi 2.911 – Urbanova – São José dos Campos – SP

RENATO JOSÉ GIUSTI



FOTO: RODOLFO NETO

Pelas razões que a própria razão desconhece, Renato Giusti se formou em engenharia metalúrgica (1971), mas dedicou a maior parte de sua vida profissional à engenharia civil, reunindo experiência de mais de 25 anos como executivo de grande organização do setor brasileiro de cimento. Nos últimos 12 anos exerce a presidência da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), entidade que completou 75 anos no ano passado e, segundo suas palavras, “trabalha ativa e arduamente na promoção e aplicação, com qualidade, do cimento, do concreto e dos sistemas construtivos”.

Com especialização em Marketing e Mercado, Giusti organizou a gestão da entidade com base em cinco premissas: visão bifocal, prática da qualidade, transferência de conhecimento tecnológico, integração da cadeia produtiva e intercâmbio técnico internacional, exploradas mais à frente pelo entrevistado.

Seu lema preferido é “Ninguém faz nada sozinho!”, razão pela qual é diretor do Departamento de Construção Civil (DE-CONCIC), membro do Conselho da Indústria da Construção da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) além de conselheiro do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON).

Apaixonado pelas 5 netas, aprecia muito o golfe, praticado junto com amigos em contato com a natureza.

“ O BRASIL LÍDERA TANTO A PRODUÇÃO QUANTO O CONSUMO [DE CIMENTO] NA AMÉRICA LATINA, RESPONSÁVEL POR CERCA DE 1,7% DO CONSUMO MUNDIAL. ”

IBRACON – FORMADO EM ENGENHARIA METALÚRGICA, DE QUE FORMA SUA CARREIRA PROFISSIONAL CHEGOU AO SETOR CIMENTEIRO E AO DA CONSTRUÇÃO CIVIL?

GIUSTI – Até hoje eu não entendo porque não fiz engenharia civil, pois, desde criança, eu sempre tive um contato muito próximo com esta atividade. Minha família sempre esteve envolvida com construções e eu gostava de ver como as coisas eram feitas. Além disso, sou um entusiasta e admirador das construções antigas que você pode ver pelo mundo e das modernas, resultado do trabalho engenhoso da criação do arquiteto, da exatidão do projetista, da coordenação do engenheiro e da dedicação e cuidado do operário capacitado.

Depois de ter atuado em outros setores, fui convidado para trabalhar na Votorantim em 1976. E, já naquela época, ser funcionário da Votorantim Cimentos era o desejo de muitos profissionais.

Resumindo, quem me contratou na época, pode-se até dizer que foi meu interesse, entusiasmo e a articulação com pessoas, que me levaram para o setor de cimento e, conseqüentemente, para a engenharia civil. Mas, eu tenho certeza de que foi essa minha paixão antiga pelo setor, que sempre me fez brilhar os olhos, que me levou ao setor.

IBRACON – FALE UM POUCO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DO CIMENTO. COMO O BRASIL ESTÁ POSICIONADO NO MERCADO NACIONAL E MUNDIAL DO CIMENTO?

GIUSTI – O cimento participa do desenvolvimento de um grande país, construindo qualidade de vida para a sociedade. E o Brasil é um país a ser construído. Daí, a expansão da indústria de cimento ser um reflexo direto do crescimento da construção civil e do momento promissor que o setor

experimenta, que se traduz em um elevado número de obras, fundamentais para atender às necessidades habitacionais e de infraestrutura.

O mercado brasileiro é um dos mais competitivos do mundo, com 79 fábricas, pertencentes a 14 grupos industriais nacionais e estrangeiros, com capacidade instalada da ordem de 78 milhões de toneladas por ano. Esse parque industrial está plenamente capacitado para atender à demanda interna e dar suporte ao crescimento sustentável do País.

Dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), publicados em seu último relatório oficial de atividades, de 2010, posicionam o Brasil como o sétimo maior produtor de cimento do mundo e o quarto maior consumidor. O Brasil lidera tanto a produção quanto o consumo na América Latina, responsável por cerca de 1,7% do consumo mundial.

No entanto, o consumo per capita de 310 quilos por habitante, registrado em 2010, ainda é inferior à média mundial, que gira em torno de 440 quilos por habitante.

IBRACON – COM O AQUECIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, COMO ESTÁ O SETOR DE CIMENTO? HÁ ESTATÍSTICAS ATUALIZADAS SOBRE CRESCIMENTO DE PRODUÇÃO E CONSUMO?

GIUSTI – Os grupos cimenteiros que operam no Brasil estão investindo em novas fábricas e em logística, como os meios jornalísticos vêm divulgando. Tudo isso, para acompanhar o crescimento do Brasil e o aumento da demanda por cimento.

Estima-se que os investimentos anunciados pela indústria elevarão a capacidade instalada de 78 milhões de toneladas, em 2010, para algo em torno de 111 milhões, em 2016.

IBRACON – A SUSTENTABILIDADE TORNOU-SE CONCEITO





Usina de concreto para pavimento do trecho da Rodovia BR-101, a maior rodovia de concreto em execução no mundo

OBRIGATÓRIO PARA AS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS. QUAIS SÃO OS DADOS ATUAIS E AS PRINCIPAIS AÇÕES DESENVOLVIDAS NESTA ÁREA PELAS INDÚSTRIAS DE CIMENTO INSTALADAS NO BRASIL?

GIUSTI – O setor sempre esteve muito atento a essas questões. A indústria cimenteira brasileira é a mais ecoeficiente do mundo, segundo vários indicadores. De 1990 a 2005, a produção de cimento aumentou 50%, mas a emissão de CO₂ variou apenas 38%. Levantamento realizado pelo *Cement Sustainability Initiative* (CSI), considerando mais de 900 unidades fabris de 46 grupos industriais no mundo todo, identificou o Brasil como aquele com a menor emissão específica de CO₂.

Um dos principais avanços é o coprocessamento, uso dos fornos de cimento para destruição de resíduos, que tem dado à indústria do cimento um novo e relevante papel no âmbito da promoção da sustentabilidade e do equilíbrio ambiental. O coprocessamento representa, em muitos casos, a solução mais eficiente e econômica para a gestão

de resíduos, sem representar risco à qualidade do cimento portland e ao meio ambiente.

No período de 1991 a 2011, foram coprocessados oito milhões de toneladas de resíduos. Só no ano passado, 220 mil toneladas de pneus usados foram coprocessados em fornos de cimento, o equivalente a 45 milhões de unidades, que, enfileiradas, iriam do Rio de Janeiro a Tóquio, no Japão. Além disso, o setor possui um parque industrial moderno e eficiente, com instalações que operam com baixo consumo energético. Praticamente todo o cimento no País é produzido por via seca, processo industrial que garante a diminuição do uso de combustíveis em até 50% em relação a outros processos. Os fornos via seca, no Brasil, são responsáveis por 99% da produção de cimento, enquanto, em escala mundial, esses fornos representaram 81%, em 2009. Como resultado dessa modernização tecnológica, estudo da *International Energy Agency* identificou o Brasil como tendo um dos menores potenciais de redução de consumo energético, considerando as melhores tecnologias existentes.

“ A INDÚSTRIA BRASILEIRA DO CIMENTO É BENCHMARKING INTERNACIONAL, POR SER CONSIDERADA COMO A MAIS ECOEFICIENTE NO CENÁRIO MUNDIAL. ”

“ NOS ÚLTIMOS 50 ANOS,
A ABCP REALIZOU
MAIS DE 4 MIL CURSOS
REGULARES, ENVOLVENDO,
APROXIMADAMENTE,
40 MIL PROFISSIONAIS. ”

IBRACON – QUAL SUA VISÃO DO PAPEL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP)?

GIUSTI – A ABCP é uma entidade comprometida com o desenvolvimento do país. A Associação trabalha para melhorar a qualidade do cimento, do concreto, dos sistemas construtivos. Em parceria com a indústria e diversas entidades da cadeia, elabora pesquisas e projetos e mantém uma equipe de profissionais – arquitetos, engenheiros, geólogos e químicos, entre outros – à disposição do mercado para consultoria e suporte a grandes obras da engenharia brasileira. Por isso, somos reconhecidos nacional e internacionalmente pela excelência de nossos serviços. Nossos projetos auxiliam a construção civil a enfrentar seus desafios de qualidade, competitividade e ambientais, engajando centenas de parceiros públicos e privados. Para citar alguns deles, pode-se mencionar a reintrodução dos *pavimentos de concreto* no modal rodoviário e urbano. Outros projetos se dedicam às questões das *cidades*, cujos desafios da acessibilidade e mobilidade urbana se multiplicam e onde os passeios públicos e a drenagem merecem especial atenção.

Há, ainda, aqueles projetos que cuidam da melhoria habitacional nas favelas, seja através da *reforma* ou pela construção de *habitações de interesse social (HIS)*.

Outros cuidam de temas primordiais do desenvolvimento tecnológico, como a *inovação & sustentabilidade*, assim como a *produtividade da construção civil*, pela união e incentivo da prática da qualidade e competitividade das empresas de construção.

Somam-se, ainda, os projetos relacionados à destruição de passivos ambientais, a redução das emissões de gases de efeito estufa, ações referentes às mudanças climáticas, temas nos quais a indústria brasileira do cimento, como já salientei, é *benchmarking* internacional, por ser considerada como a mais ecoeficiente no cenário mundial.

Nossos serviços, acervo técnico e projetos tecnológicos sempre desempenharam um papel de capacitação complementar dos profissionais da engenharia e da arquitetura, desde a graduação até os níveis de pós-graduação e doutorado. Daí, a capacitação e a transferência de tecnologia fazerem parte do DNA da ABCP. A entidade oferece anualmente uma agenda de cursos, que acontecem desde 1954.

Nos últimos 50 anos, a ABCP realizou mais de 4 mil cursos regulares, envolvendo, aproximadamente, 40 mil profissionais.

Os laboratórios da ABCP, considerados organizações de excelência nacional e internacional, possuem certificação ISO-9001 e acreditação pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Daí, o fato de terem sido eleitos em 2010, em pesquisa independente do IBOPE, como os melhores laboratórios brasileiros de ensaios de concreto, oferecendo apoio analítico na elaboração de teses e dissertações de mestrado, principalmente da Escola Politécnica, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Instituto de Geociências da USP, sem contar as outras universidades do País.

E como somos, sobretudo, uma *entidade que participa* ativamente da busca de soluções tecnológicas para grandes problemas nacionais, a ABCP comunga um lema, traduzido em uma frase: *“Ninguém faz nada sozinho!”*.

IBRACON – A ABCP COMPLETOU 75 ANOS NO ANO PASSADO, E DESSES 75 ANOS, EM PELO MENOS QUASE A METADE DELES O SENHOR ATUA NA INDÚSTRIA E NOS ÚLTIMOS 12 ANOS DIRETAMENTE NA ABCP. CONTE-ME SOBRE A TRAJETÓRIA DA ASSOCIAÇÃO, AS PRINCIPAIS CONQUISTAS E OS DESAFIOS QUE A ENTIDADE TEM PELA FRENTE?

GIUSTI – Em 2011, a ABCP comemorou seu Jubileu de Diamante, 75 anos de vida dedicados ao bom uso do





Capacitação profissional realizada na sede da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP

cimento e dos sistemas e produtos que o empregam. Nesse período, a associação consolidou-se como instituição de prestígio, reconhecida tecnicamente aqui e fora do país. É difícil imaginar a construção civil brasileira sem o apoio e o trabalho da ABCP, principalmente em termos da difusão de conhecimento e promoção das melhores práticas no emprego do concreto e seus derivados, ainda mais sabendo que o Brasil é um país tradicionalmente edificado em concreto. A ABCP tem cinco premissas básicas que governam e orientam as ações desenvolvidas ao longo desse tempo e, com mais rigor, na última década:

- Visão bifocal, ou seja, sempre olhamos o amanhã. Em outras palavras, o que temos que fazer hoje para seguirmos úteis e atuais amanhã, seja a nossa entidade, sejam os nossos projetos.
- Prática ininterrupta da qualidade, palavra de ordem da indústria e de nossa associação. Não basta a qualidade estar presente somente no cimento. Ela deve estar presente em todo o processo: no insumo, no produto,

no sistema construtivo e no mercado de construção civil como um todo.

- Capacitação, transferência constante de tecnologias e de conhecimento por meio de cursos, palestras, eventos, feiras. Isto é, capacitar faz parte do DNA da ABCP.
- Integração, ou seja, nunca atuar sozinho e sempre em parcerias com toda a cadeia produtiva.
- Intercâmbio técnico nacional e internacional, de modo a conhecer e promover as melhores práticas e tecnologias.

Essas premissas têm permitido à ABCP tamanha longevidade, com tanto respeito tecnológico.

IBRACON – QUAL É A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE PRODUÇÃO DE CONCRETO EM CENTRAIS NO BRASIL? QUAL É A PARTICIPAÇÃO DAS CENTRAIS NA PRODUÇÃO NACIONAL DE CONCRETO? QUAIS AS PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DO SETOR, TENDO EM VISTA OS GRANDES EVENTOS ESPORTIVOS PELA FRENTE?

“ A MULHER VEM MARCANDO SUA PRESENÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, AMPLIANDO SUA PARTICIPAÇÃO, QUE JÁ ALCANÇA ÍNDICES PRÓXIMOS DOS 10% ”

“ A ABCP TEM INTENSO PROGRAMA DE TREINAMENTO, TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E CONSULTORIA, EM PRATICAMENTE TODAS AS PRINCIPAIS OBRAS EM EXECUÇÃO NO BRASIL. ”

GIUSTI – Os megaeventos esportivos devem ser usados como catalizadores para a melhoria das cidades-sede, alavancando projetos de infraestrutura urbana, com incremento no fluxo de turismo, atração de novos negócios e geração de novos empregos. Eles podem e devem gerar, além de benefícios econômicos, um legado social, revitalizar áreas degradadas, melhorar os valores culturais e educacionais, a qualificação da força de trabalho e a imagem do país. O concreto dosado em centrais, como serviço ágil e de qualidade, é fundamental para atender toda e qualquer demanda relacionada com esses eventos e quaisquer outras obras da infraestrutura pública e privada. Na verdade, nosso trabalho, em parceria com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC) e com o próprio IBRACON, é cuidar de incrementar o uso do concreto usinado, em benefício de toda a construção civil. O sistema “Paredes de Concreto” é um exemplo atual e importante do que acabo de mencionar: um trabalho conjunto entre entidades, iniciativa privada, projetistas de estruturas e normalização, que consolidou o emprego de uma tecnologia que faz uso intenso do concreto dosado em central, agilizando as obras e com qualidade.

IBRACON – O BRASIL VIVE, HÁ PELO MENOS QUATRO ANOS, UMA FASE DE CRESCIMENTO ECONÔMICO SEM PRECEDENTES NESTAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS. OS GARGALOS EM INFRAESTRUTURA, HABITAÇÃO, SANEAMENTO E MOBILIDADE URBANA ESTÃO SENDO ATACADOS PELO GOVERNO FEDERAL DE FORMA INTENSIVA. QUAL SUA OPINIÃO SOBRE A CONTINUIDADE DESSE PROCESSO DE CRESCIMENTO E COMO VÊ O PROBLEMA ENFRENTADO COM A CAPACITAÇÃO E A FALTA DA MÃO DE OBRA?

GIUSTI – A construção civil é um grande alavancador do desenvolvimento de um país. Dados recentes mencionam que, até 2022, o Brasil necessitará de investimentos de mais

de R\$ 2 trilhões em infraestrutura e mais de R\$ 3 bilhões em habitação. Essa constatação reforça algo que há muito se sabe: a importância da moradia, dos transportes, da energia, do saneamento e das telecomunicações para o bem-estar econômico e social da população.

A escassez de mão de obra qualificada afeta todos os setores da economia. Mas, a indústria da construção civil, por conta da crescente demanda de obras, enfrenta dificuldades ainda maiores. Para se ter uma ideia, segundo projeções da Fundação Getúlio Vargas para o Construbusiness, o setor deverá crescer a taxas de 6% ao ano e criar, de 2009 a 2022, cerca de 3,3 milhões de novos postos de trabalho, o que aumenta o desafio de atrair, qualificar e reter trabalhadores em todos os níveis. Desde a década de 50, a ABCP tem, como uma de suas missões, transferir tecnologias e capacitar profissionais por meio de cursos complementares à formação nas faculdades de engenharia, para ajudar o País a consolidar sua vocação de desenvolvimento alicerçado em processos construtivos à base de cimento.

Não se pode esquecer que a mulher vem marcando sua presença na construção civil, ampliando sua participação, que já alcança índices próximos aos 10%. E aí, a meu ver, está uma das soluções para esse gargalo.

Entretanto, não se pode esquecer que a industrialização da construção tem papel primordial nisso, por reduzir a demanda por mão de obra.

IBRACON – EM SUA OPINIÃO, COMO OS FABRICANTES DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO, EM SEUS DIVERSOS SEGMENTOS, PODEM CONTRIBUIR COM A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO BRASILEIRA PARA AUXILIAR NA SUPERAÇÃO DO GARGALO EM HABITAÇÃO?

GIUSTI – Eles, sobretudo, contribuem oferecendo produtos normatizados, com qualidade, e com a busca constante





Renato Giusti
na companhia
do arquiteto
Oscar Niemeyer

por inovações tecnológicas. Por outro lado, as construtoras sempre buscam alternativas para a produção de moradias em grande escala e com preços competitivos. Os sistemas industrializados são ágeis e atendem ao desafio de construir muitas casas ao mesmo tempo, com equipes reduzidas, obra limpa, sem entulho e sem desperdício, com controle de materiais e custos. Os sistemas pré-fabricados e os fabricantes de blocos (alvenaria estrutural com blocos de concreto) são uma excelente opção racionalizada para atender, com agilidade, à demanda habitacional. Os desafios serão enfrentados e vencidos com uma construção industrializada, racional e competitiva, requisitos que os pré-fabricados oferecem, como salientei na pergunta anterior.

IBRACON – QUE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EM TERMOS DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO A INDÚSTRIA BRASILEIRA TEM A OFERECER? QUE APOIO TÉCNICO A ABCP TEM DADO EM TAIS SOLUÇÕES?

GIUSTI – A ABCP dissemina a utilização do pavimento de concreto por meio da capacitação de gestores e funcionários de órgãos públicos diretamente ligados às obras de infraestrutura. Além disso, a Associação fornece consultoria e assistência técnica para projetos de pavimentos de concreto, estudos de viabilidade técnica e econômica, dimensionamento de traços de concreto, de equipes e de equipamentos, ensaios e monitoramento.

O pavimento de concreto não é novidade nas vias e rodovias. O Brasil foi um dos primeiros países a empregá-lo, já no início dos anos 20, e sua utilização foi intensificada até a década de 1970, diminuindo a partir daí por aspectos da conjuntura econômica e financeira do país. A partir dos anos 90, a ABCP foi buscar pelo mundo o que havia de melhor em tecnologia de pavimentação em concreto, reativando a cultura e o domínio da sua execução, com o emprego dos mais modernos equipamentos e com capacitação de profissionais para um resultado de qualidade.

Esse processo está em andamento há quinze anos e, agora, os resultados práticos começam aparecer. Hoje, as

“ O DIFERENCIAL DO PAVIMENTO DE CONCRETO É SUA DURABILIDADE EM RELAÇÃO ÀS DEMAIS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTAÇÃO. ”

“ A INDÚSTRIA DE CIMENTO
TAMBÉM É O PRIMEIRO SETOR A
TER A MARCA DE CONFORMIDADE
ABNT PARA SEU PRODUTO, EM
1977, COM BASE NO MODELO
INTERNACIONAL ISO. ”

construtoras de rodovias têm conseguido excelente qualidade nas obras em concreto, como, por exemplo, o que vem ocorrendo na BR 101NE, nos lotes de Alagoas e Sergipe, onde os índices de perfil, que medem o conforto de rolamento e são obtidos pelo Perfilógrafo Califórnia, mostram que a rodovia tem padrão igual às melhores do mundo.

Outro fator importante é a grande quantidade de equipamentos de última geração que vêm sendo adquiridos pelos construtores, permitindo mais rapidez na execução e, principalmente, maior qualidade, com preços competitivos. A ABCP tem intenso programa de treinamento, transferência de tecnologia e consultoria, em praticamente todas as principais obras em execução no Brasil, mediante termos de cooperação técnica com os órgãos públicos gestores, capacitando profissionais em todos os níveis.

IBRACON – POR QUE O USO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO EM RODOVIAS E VIAS URBANAS VALE O INVESTIMENTO? QUAIS ESTUDOS E PESQUISAS

APONTAM PARA O MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO DO PAVIMENTO DE CONCRETO EM RELAÇÃO A OUTRAS ALTERNATIVAS? ALÉM DO CUSTO-BENEFÍCIO, QUAIS OUTRAS VANTAGENS DO PAVIMENTO DE CONCRETO?

GIUSTI – Pavimento de concreto é uma alternativa de construção ideal para estradas e vias públicas de tráfego intenso e canalizado, como corredores de ônibus, avenidas de maior movimento e grandes rodovias. Também em aeroportos, a tendência internacional nos grandes centros é pavimentar as pistas com concreto, cujo grande diferencial é a durabilidade em relação às demais alternativas de pavimentação.

O pavimento de concreto é muito eficiente quando empregado em corredores de ônibus, por ter vida útil maior que as demais alternativas de pavimentação e por não sofrer deformações plásticas – como as famosas “trilha de rodas” ou buracos. Com isso, permite também redução no custo de operação dos veículos.

**Vibroacabadora
na construção de
pavimento
de concreto
na Nova Dutra**



O pavimento de concreto, também chamado de “pavimento verde”, é uma das alternativas mais recomendadas para atender às exigências ambientais, cada vez mais rigorosas e determinantes para a aprovação dos projetos.

O pavimento de concreto não requer operações tapaburacos e recapeamentos frequentes, ações que provocam congestionamento e acentuam a emissão de CO₂, principal gás causador do efeito estufa, pelos veículos parados, gerando também desperdício de combustível.

Porém, sem dúvida, é sua maior durabilidade – projetada para, no mínimo, 20 anos, com exemplos de mais 50 anos em operação – e sua exigência de pouca manutenção, que levam à redução de custos e menos impactos ao meio ambiente, os fatores primordiais que o tornam a mais adequada alternativa de pavimentação.

Pode-se, assim, resumir as vantagens do pavimento de concreto como sendo:

- Vias pavimentadas em concreto têm vida útil mais longa, não sofrem deformação plástica, trilhas de rodas e buracos, e necessitam de pouca manutenção;
- Por ter vida útil longa e pouca manutenção, gera considerável economia de recursos ao poder público;
- Por ser de cor clara, o pavimento de concreto permite melhor visibilidade ao motorista, principalmente em situação de chuva, assim como necessita menor distância de freagem, não promove aquaplanagem e gera grande economia de energia elétrica e combustível;
- O pavimento de concreto proporciona conforto de rolamento e maior segurança aos motoristas.

IBRACON – QUAL O PORCENTUAL DE USO DO CONCRETO NAS RODOVIAS BRASILEIRAS ATUALMENTE? COMO É NO EXTERIOR? EXISTE UMA EXPECTATIVA DE QUE ESSE USO CRESÇA? POR QUAIS MOTIVOS?

GIUSTI – Atualmente, o percentual do pavimento de concreto é aproximadamente de 4% da totalidade da

malha nacional, crescendo a cada ano. A expectativa é que, em um futuro não distante, atingiremos o percentual dos países mais adiantados, pelas ações e vantagens descritas anteriormente.

IBRACON – A HISTÓRIA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) ESTÁ FORTEMENTE LIGADA À ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP), AFINAL, FORAM JUSTAMENTE AS ESPECIFICAÇÕES DO CIMENTO QUE MOTIVARAM A FUNDAÇÃO DA ABNT EM 1940. DESDE ENTÃO, COMO TEM SIDO O RELACIONAMENTO ENTRE AS DUAS ASSOCIAÇÕES? COMO ELAS INTERAGEM?

GIUSTI – A preocupação da indústria cimenteira com a qualidade do seu produto principal, o cimento, e, por consequência, do concreto e demais produtos à base de cimento, por meio da normalização técnica, remonta à época da criação da ABNT, em 1940. A indústria do cimento é pioneira em normalização técnica, pois foram sobre cimento e concreto as primeiras normas brasileiras da ABNT: EB-1 (Especificação de cimento Portland), MB-1 (Métodos de ensaios de cimento Portland) e NB -1 (Projeto e execução de estruturas de concreto).

A indústria de cimento também é o primeiro setor a ter a marca de conformidade ABNT para seu produto, em 1977, com base no modelo internacional ISO.

A ABNT hoje possui cerca de 10 mil normas publicadas, sendo aproximadamente 10% da área da Construção Civil. Somente o CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados possui cerca de 300 normas publicadas. Tudo isso dá uma visão clara do quanto é importante a normalização para a indústria e para a ABCP, pois somente com a prática da qualidade é que o consumidor terá toda segurança e tranquilidade na hora de construir.

“ VIVERMOS EM UM PAÍS TRADICIONALMENTE CONSTRUÍDO EM CONCRETO, NOS FAZ TRABALHAR PARA FORTALECER E CONSOLIDAR O USO DO CONCRETO. ”

IBRACON – DE QUE FORMA IBRACON E ABCP PODEM UNIR FORÇAS PARA MELHORAR SUAS ATUAÇÕES EM PROL DO DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DO CONCRETO?

GIUSTI – Como sempre fizemos, unindo forças, pois, como já mencionei, ninguém faz nada sozinho.

ABCP completou 75 anos e o IBRACON cumpre 40 anos em 2012. Trata-se de uma vida dedicada a elaborar literatura, promover capacitação, organizar congressos e feiras, fortalecer o intercâmbio internacional, atividades comuns a ambas as entidades, que cuidam de promover a cultura do estudo, aplicação e desenvolvimento, com qualidade, do cimento e do concreto na cadeia produtiva. Grande parte desses períodos de vida foi e segue sendo desenvolvidos em conjunto, porque, assim, as entidades são potencializadas. E vivermos em um país tradicionalmente construído em concreto, nos faz trabalhar para fortalecer e consolidar o uso do concreto. Nos dias atuais, o conceito da sustentabilidade tornou-se um tema que, de modo conjunto, inclusive e

principalmente com a academia, as Universidades, temos que atuar, comprovando a vocação de nosso material em relação a outros.

IBRACON – FALANDO UM POUCO DE SUA VIDA PESSOAL, O QUE O SENHOR GOSTA DE FAZER? QUAIS SÃO SEUS HOBBIES?

GIUSTI – Os nossos hobbies vão se moldando de acordo com as diversas fases de nossas vidas. Quando era mais jovem, gostava de natação, jogava vôlei e futebol. O futebol também é uma paixão de família, pois meu pai adorava jogar e assistir futebol.

Atualmente, gosto de jogar golfe pelo prazer de estar com os amigos, caminhando, conversando e contemplando a natureza. Além disso, é um esporte que a idade ainda me permite praticá-lo. É o que busco nessa fase da minha vida: o prazer das coisas simples.

Adoro sair e viajar, sempre rodeado dos amigos e da família. Mas, o meu hobby preferido é, sem dúvida, brincar com as minhas cinco netas. ●

**NADA COMO UMA ESTRADA DE CONCRETO PARA MELHORAR A VIDA DE MUITA GENTE.
(E DE MUITO CARRO, MUITO ÔNIBUS E MUITO CAMINHÃO)**

PAVIMENTO de CONCRETO

Feito para durar.

- Maior segurança
- Maior durabilidade
- Baixíssimo custo de manutenção
- Maior economia de combustível
- Baixo consumo de energia

Assessoria técnica e
controle tecnológico do concreto

dcc@abcp.org.br • www.abcp.org.br



ViasConcretas

Pavimentação com Sustentabilidade



Associação
Brasileira de
Cimento Portland

Comprometida com o desenvolvimento do País.

Pavimento de concreto: uma escolha inteligente e sustentável – análise técnica e econômica

CARLOS YUKIO SUZUKI – ENGENHEIRO

CAIO RUBENS GONÇALVES SANTOS – ENGENHEIRO

FLAVIANE MELO LOPES – ENGENHEIRA

PLANSERVI ENGENHARIA LTDA

Os custos de qualquer pavimento são pagos, em última análise, pela sociedade, para quem deve ser revertido todo o benefício de sua construção. Dessa forma, a decisão sobre qual tipo de pavimento será adotado deve forçosamente levar em consideração aspectos não só técnicos, como também econômicos, sociais e ambientais. Afinal, o custo total de pavimentação não se resume unicamente em seu custo de construção; outras parcelas fazem parte dele, como: custos de manutenção, reabilitação, reconstrução, operação, custos operacionais dos veículos, custos ambientais, sociais, dentre outros.

Ao se projetar e construir um pavimento, principalmente em corredores de ônibus urbanos, é preciso refletir sobre o quanto estarão sendo onerados os orçamentos futuros e os usuários em decorrência das manutenções e recuperações que o pavimento necessitará. Sendo um capital social básico, do qual outros setores da economia dependem para desenvolver-se satisfatoriamente, o transporte e, por consequência, a pavimentação, deve ser estudada sob o ponto de vista de uma análise técnica-econômica de seu ciclo de vida.

A falta crônica de recursos e a precariedade (ou inexistência) das operações de manutenção exigem que se busque um tipo de pavimento que tenha durabilidade e baixos custos de manutenção, além de manter íntegra sua

estrutura ao longo do tempo, cumprindo o princípio fundamental da pavimentação: proporcionar ao usuário conforto, segurança e economia.

Pavimentos de corredores urbanos de ônibus constituem uma situação de aplicação crítica: além do tráfego pesado, intenso e canalizado, sujeito ao derramamento de óleos e combustíveis, esforços de aceleração e frenagem, qualquer interrupção para sua manutenção gera enormes dispêndios.

Em face do exposto, é fato e prática corrente nas grandes capitais e nas principais cidades do país a adoção de pavimentos de concreto em toda a extensão de corredores de ônibus. O denominador comum entre tais cidades foi a comprovação da grande durabilidade com baixa manutenção deste tipo de pavimentação neste campo de aplicação em particular. Com efeito, antes da adoção desta prática e mesmo atualmente nos corredores em que persiste o pavimento asfáltico, há a comprovação do incomensurável dispêndio de recursos financeiros para sua manutenção, isso sem ainda levar em conta os gastos com custo operacional de veículos, congestionamentos decorrentes de interrupções para intervenções frequentes no pavimento, tempo de viagem e custos ambientais, dentre outros.

Cidades como Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, de longa data e, mais recentemente, Brasília, praticam a política

significativamente recompensatória de adotar pavimentos de concreto em seus corredores de ônibus, ainda que não tenham o clima quente da cidade do Rio de Janeiro, que é um forte agravante para que defeitos severos ocorram em pavimentos asfálticos. Exemplos contundentes do desempenho adequado dos pavimentos de concreto são profícuos.

1. HISTÓRICO

No início da década de 80, a Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP) foi encarregada de planejar e operacionalizar um corredor exclusivo de trólebus para a região metropolitana de São Paulo, localizado na região do ABCD, a fim de tornar organizado o transporte público de passageiros da região. Após inúmeros estudos, optou-se por um corredor exclusivo em pavimento de concreto de cimento Portland que passaria pelos municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Diadema, Santo André e Mauá, totalizando assim aproximadamente 33 km.

O pavimento rígido em concreto de cimento Portland foi escolhido por possuir um melhor desempenho ao longo dos anos, tanto no aspecto de conservação dos veículos quanto nas manutenções preventivas e corretivas decorrentes da alta frequência de veículos operacionais no trecho.

A experiência da EMTU/SP nos últimos anos demonstrou que a escolha do pavimento de concreto foi apropriada, uma vez que os índices operacionais e de confiabilidade do sistema cumpriram adequadamente as funções para as quais foram projetadas.

Ainda no corredor da EMTU/SP, há um trecho de aproximadamente 2 km (no município de Santo André) implantado em pavimento asfáltico, que a cada ano necessita ser reconstituído em função do desgaste prematuro causado pela densidade de tráfego.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste trabalho apresenta-se o estudo de viabilidade técnica e econômica, contemplando o projeto de implantação de um corredor exclusivo de ônibus com demanda diária de aproximadamente 4200 veículos. A extensão aproximada deste corredor é de 14 km e a seção transversal típica adotada para o pavimento é composta por uma faixa de rolamento segregada com 4,00 m de largura.

As estruturas de pavimento utilizadas para esse fim podem ser em pavimento rígido, com placas de concreto de

cimento Portland, ou pavimentos asfálticos, com revestimentos em concreto betuminoso usinado a quente.

Ressalta-se que as estruturas de pavimentação foram analisadas por meio dos métodos de dimensionamento vigentes no DNIT, sendo que a estrutura asfáltica foi verificada ainda através de análise mecanicista, comparando tensões e deformações atuantes com valores admissíveis.

Mostra-se a seguir a análise técnica e econômica comparativa entre as alternativas de pavimento apresentadas, avaliando seus custos de manutenção e custos iniciais (custos de construção), durante o período de análise de 20 anos.

Há que se ressaltar ainda que todas as análises foram feitas levando-se em conta apenas os custos de construção e manutenção do pavimento. Outras parcelas do custo rodoviário total, se calculadas, como custo de operação da via, custo operacional de veículos, custos ambientais, segurança ao usuário, dentre outros, resultariam semelhantes para ambas as estruturas, uma vez que se supõe pavimentos em estado de conservação adequado.

Os valores apresentados são estimativos e para efeito comparativo entre as alternativas de pavimento apresentadas, atendo-se apenas às camadas de suas estruturas, conforme mostradas adiante. Não devem de forma alguma ser tomados como definitivos, os quais só serão conhecidos quando da elaboração de Projeto Executivo. Toda análise econômica foi conduzida utilizando-se o Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2 do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT, com preços referentes ao mês de Março de 2010.

3 ESTRUTURAS ANALISADAS

As Tabelas 1 e 2 a seguir apresentam as estruturas analisadas de pavimento, sendo a primeira, de concreto de cimento portland, e a segunda, de revestimento asfáltico.

Tabela 1 – Estrutura do Pavimento de Concreto de Cimento Portland

Camada	Espessura (cm)
Concreto de Cimento Portland	24,0
Concreto Compactado a Rolo	10,0
Brita Graduada Simples - BGS	10,0
Melhoria do Subleito - CBR \geq 5%	-



Tabela 2 – Estrutura do Pavimento Asfáltico

Camada	Espessura (cm)
Concreto Asfáltico Usinado a Quente	15,0
Brita Graduada Tratada com Cimento (4%)	18,0
Brita Graduada Simples - BGS	15,0
Infraestrutura em Pedra Rachão	20,0
Melhoria do Subleito - CBR \geq 5%	-

4. ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO

Apresenta-se a análise técnica-econômica, tendo seus preços avaliados, adotando-se os procedimentos e custos das planilhas do SICRO2 – Sistema de Custos Rodoviários do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, referentes a cidade onde será construído o corredor, com data-base de março de 2010.

Os custos analisados foram os custos iniciais de construção e os custos de manutenção em um horizonte de 20 anos.

5. CUSTOS INICIAIS DE CONSTRUÇÃO

A partir das estruturas dimensionadas, foram quantificados os custos de construção para o corredor com extensão de aproximadamente 14 km e largura de 4m. Resumidamente, a Tabela 3 apresenta os custos de construção para as duas estruturas analisadas.

Tabela 3 – Custo de Construção

Tipo de Estrutura	Custo de Construção (R\$)
Pavimento Rígido (CCP)	8.377.097,68
Pavimento Asfáltico	9.257.588,17

6. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

O pavimento de concreto dispensa operações recorrentes de tapa-buracos e de manutenção rotineira; a única manutenção necessária prevista é a substituição do material selante e resselagem das juntas, em função do tempo de vida útil desse material, a fim de reduzir a possibilidade de penetração de água e de materiais incompressíveis através delas. Para este caso, prevê-se resselagem das juntas nos anos 10 e 20.

Já o pavimento asfáltico somente terá desempenho satisfatório se forem cumpridas rigorosamente intervenções de manutenção, sendo prevista para a estrutura a restauração com fresagem e recapeamento com CBUQ, nos anos 7, 14 e 20 na espessura de 5 cm. Além desses serviços, é considerada a manutenção rotineira (50% de remendos e 50% de tapa-buracos) em 2% da área de pavimento, a partir do terceiro ano após a construção do pavimento ou do recapeamento.

7. ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA

O Valor Presente (VP) do investimento total requerido para cada alternativa foi calculado com base nos custos iniciais (custos de construção) e de manutenção de cada estrutura de pavimento durante um período de 20 anos. Os preços das intervenções de manutenção tiveram como base a Tabela de Preços SICRO-2 do DNIT, com data-base de março de 2010. Para esses cálculos, adotou-se uma taxa de desconto igual a 6% ao ano.

O custo de manutenção refere-se aos custos das atividades necessárias para manter o pavimento nas condições desejadas de operação.

A Tabela 4 apresenta o resumo da análise econômica conduzida; são apresentados os valores dos custos de

Tabela 4 – Resumo da Análise Econômica

Tipo de Pavimento	Custo de Implantação (R\$)	Valor Presente (R\$)
Pavimento Rígido (CCP)	8.377.097,68	8.402.973,93
Pavimento Asfáltico	9.257.588,17	12.013.321,24
Diferença Pavimento CCP em relação ao Pavimento Asfáltico	(880.490,49) -9,5%	(3.610.347,31) -30%

construção das duas estruturas e o Valor Presente total do investimento necessário durante o período de 20 anos.

Para a magnitude do tráfego solicitante no corredor em questão, a estrutura de pavimento rígido resulta em uma solução técnica e economicamente mais atraente do que o pavimento asfáltico.

No investimento inicial para a construção do corredor, verifica-se que o pavimento de concreto tem um custo 10% inferior ao pavimento asfáltico. Considerando-se as vantagens

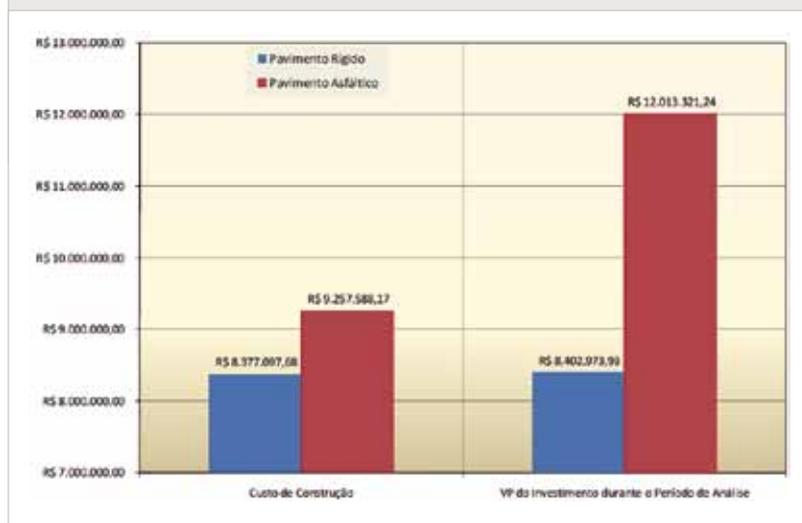
inerentes às políticas de manutenção e restauração de cada estrutura, verifica-se que o investimento total necessário do pavimento rígido, durante um período de 20 anos, é substancialmente inferior ao necessário para a estrutura de pavimento asfáltico, considerando as necessidades concernentes ao bom desempenho do pavimento.

A Figura 1 apresenta um comparativo entre os custos envolvidos na análise e a Figura 2 ilustra o Valor Presente (VP) acumulado durante o período de 20 anos, para as duas estruturas de pavimento analisadas. A Figura 3 ilustra o Valor Presente acumulado dos serviços de restauração e manutenção nas estruturas de pavimento durante o período de 20 anos.

8. CONCLUSÕES

São amplamente conhecidas do meio técnico – e são patentes – as vantagens da aplicação do pavimento de concreto em corredores de ônibus. Indiscutíveis são as de cunho técnico estrutural, social e ambiental; análises de investimento técni-

Figura 1 – Comparação dos custos das alternativas de estruturas de pavimento



cas e econômicas invariavelmente dissipam as dúvidas econômicas, quando levadas a termo para um período mínimo aceitável de durabilidade de um bem público.

A análise técnica e econômica mostra que pavimentos asfálticos podem até vir a ser mais baratos no seu custo inicial (o que nem sempre acontece); no entanto, não é o mais econômico. Já, nos primeiros anos de serviço, torna-se mais oneroso, chegando ao final do período de análise mais caro do que o pavimento de concreto, extinguindo a falsa ideia de economia.

Figura 2 – Valor Presente acumulado das alternativas de estruturas de pavimento

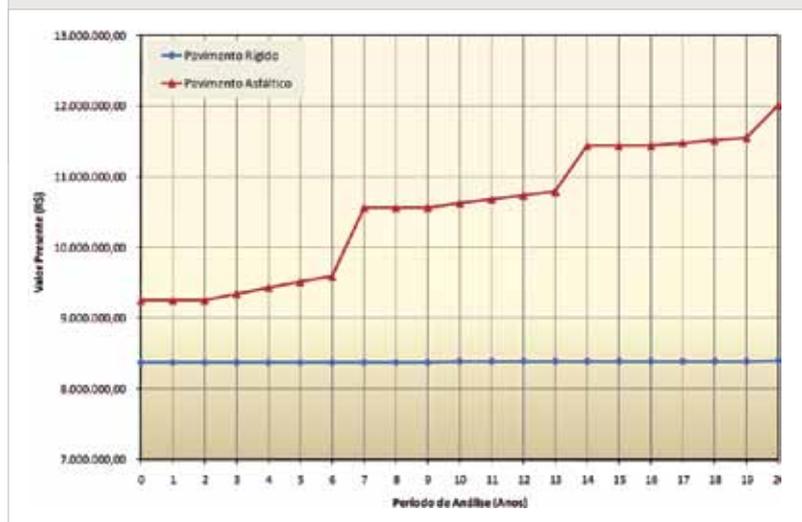
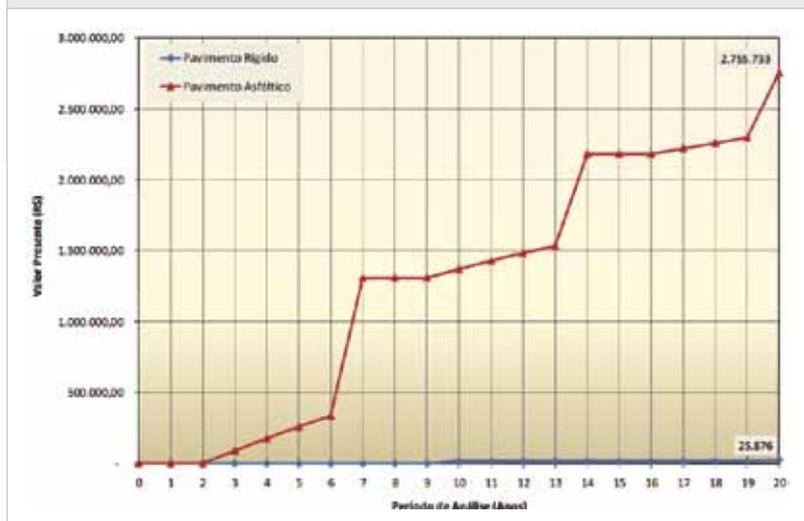


Figura 3 – Valor Presente acumulado dos serviços de manutenção das alternativas de estruturas de pavimento



de trilhas de roda nos revestimentos asfálticos, a experiência tem demonstrado que o pavimento de concreto tem desempenho funcional melhor.

Assim sendo, quando se compara diferentes estruturas de pavimento, para este tipo de empreendimento, é importante considerar sempre a análise econômica do ciclo de vida entre alter-

Em resumo, nos corredores onde diferentemente das rodovias predominam tráfego pesado canalizado e as baixas velocidades, o que propicia a formação

nativas, para possibilitar uma avaliação e comparação mais contundente e realística do ponto de vista financeiro. ●



Sistema Microinjet®.
A solução completa e sob medida da Holcim para aproveitar todos os benefícios do microcimento.

Versatilidade, alto desempenho e rapidez são sinônimos do Sistema Microinjet®. A solução com tecnologia exclusiva da Holcim que traz o microcimento a sua melhor forma porque proporciona aplicações eficientes e economicamente viáveis em tempo reduzido. O resultado é a menor interrupção de circulação em rodovias, rápida retomada das atividades de linhas de produção e de estruturas em geral.

Pavimento de concreto do túnel do Morro Agudo na BR 101/SC

CARLOS ROBERTO GIUBLIN – ENGENHEIRO CIVIL E MESTRE EM CONSTRUÇÃO CIVIL
CRG ENGENHARIA LTDA

ALEXSANDER MASCHIO – ENGENHEIRO CIVIL E ESPECIALISTA EM ADMINISTRAÇÃO
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

ESEQUIEL CUSTÓDIO DOS SANTOS – ENGENHEIRO CIVIL
PAULO TADEU DZIEDRICKI – ENGENHEIRO CIVIL
IVAI ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Sendo uma das mais importantes rodovias do Brasil, a BR 101, é oficialmente denominada Rodovia Governador Mário Covas. Ela inicia na cidade de Touros, no Rio Grande do Norte e termina na cidade de São José do Norte, Rio Grande do Sul. Seguindo no sentido norte-sul, percorre praticamente todo litoral brasileiro. Nos últimos anos, devido à sua importância e principalmente ao alto tráfego de caminhões e veículos de

passageiro, tem em diversos de seus trechos obras de duplicação. No Nordeste, a BR 101 está sendo duplicada no trecho que vai da cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, até a cidade de Feira de Santana, na Bahia. Neste trecho, está se usando a tecnologia de pavimentação em concreto em aproximadamente 1.000 km de extensão. Na região Sul do Brasil, a BR 101 está sendo duplicada no trecho entre Florianópolis, em Santa Catarina, e a cidade de Osório, no Rio Grande do Sul. A duplicação se caracteriza pela presença de diversos túneis em seu traçado e está prevista a implantação de quatro deles neste trecho: no Rio Grande do Sul, o Túnel do Morro Alto, município de Maquiné; em Santa Catarina, o Túnel do Morro do Formigão, município de Tubarão; Túnel do Morro Agudo, no município de Paulo Lopes; e Túnel do Morro dos Cavalos, no município de Palhoça.

O objetivo deste estudo é a apresentação da execução do pavimento de concreto do Túnel do Morro Agudo (figuras 1 e 2). A escavação iniciou em fevereiro de 2008 e terminou os serviços de escavação e regularização da plataforma estradal em abril de 2011. Com extensão de 1.014,50m de comprimento e largura da plataforma de 10,90m, a construção do túnel do Morro Agudo evitou danos ambientais na serra existente. De acordo com padrões mundiais, o tipo

Figura 1 – Túnel do Morro Agudo – BR 101 Sul

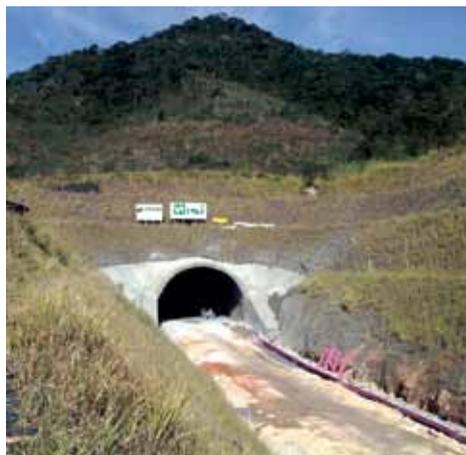
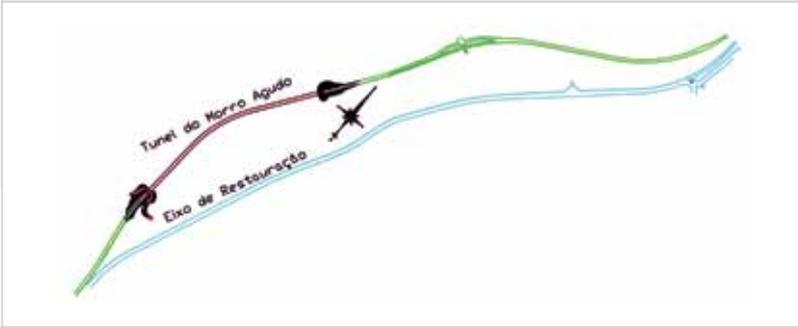


Figura 2 – Túnel do Morro Agudo – BR 101 Sul



do pavimento escolhido para o Túnel do Morro Agudo foi o pavimento de concreto.

O pavimento de concreto é projetado para uma vida útil de 20 anos ou mais, resiste ao tráfego intenso e pesado, sua superfície não se deforma, tem maior visibilidade se comparado ao pavimento asfáltico e oferece melhor aderência em sua superfície de rolamento, resiste ao ataque químico dos óleos que vazam dos caminhões, bem como da umidade que normalmente existe em túneis e tem custo de manutenção reduzida. Além disso, o emprego do concreto como opção de pavimentação de túneis reduz o perigo de incêndios, pois não sendo inflamável, impede a formação de chamas.

2. PAVIMENTO DE CONCRETO

2.1 PROJETO

O projeto de dimensionamento do pavimento de concreto foi realizado pela empresa SOTEPA, de Florianópolis, em 2002. Com as dificuldades da escavação do túnel, o seu início de operação foi postergado para o ano de 2011. Para verificação do projeto, foi contratada a Empresa CRG Engenharia Ltda, para realizar uma revisão do dimensionamento do pavimento de concreto.

O método utilizado para o dimensionamento do pavimento de concreto foi o da PCA – 1984 (Portland Cement Association) – que incorpora um modelo modificado de fadiga e de erosão e que emprega análise estrutural por elementos finitos (os fundamentos do método estão contidos no Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT, 2005).

O Método da PCA/84 baseia-se em quatro pontos: a) Estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto (Teorias de Westergaard e Pickett) e modernas análises de compu-

tador empregando elementos finitos, de acordo com Tayabji e Colley; b) Ensaios de laboratórios e de modelos sobre o comportamento de juntas, sub-bases e acastamentos e sua influência no desempenho do pavimento; c) Pistas experimentais, especialmente

a da então AASHO, hoje denominada de AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), e estudos específicos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários; e d) Observação metódica de pavimentos em serviço.

Figura 3 – Seção Transversal Tipo - Túnel do Morro Agudo – BR 101 Sul

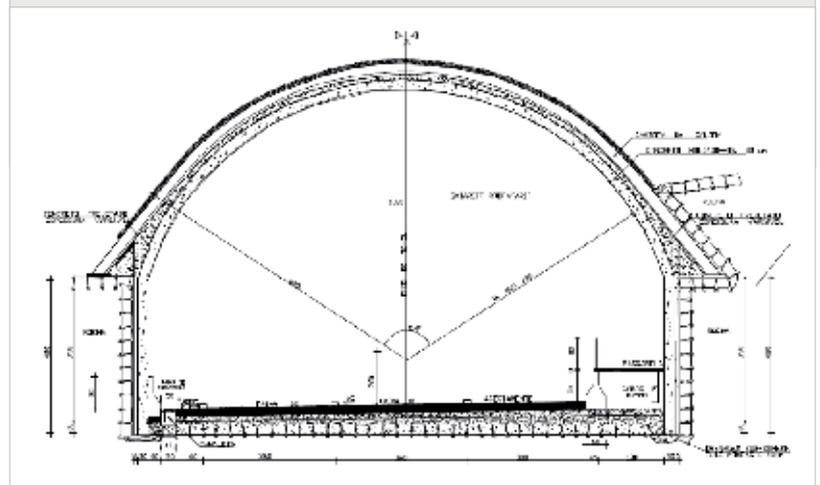
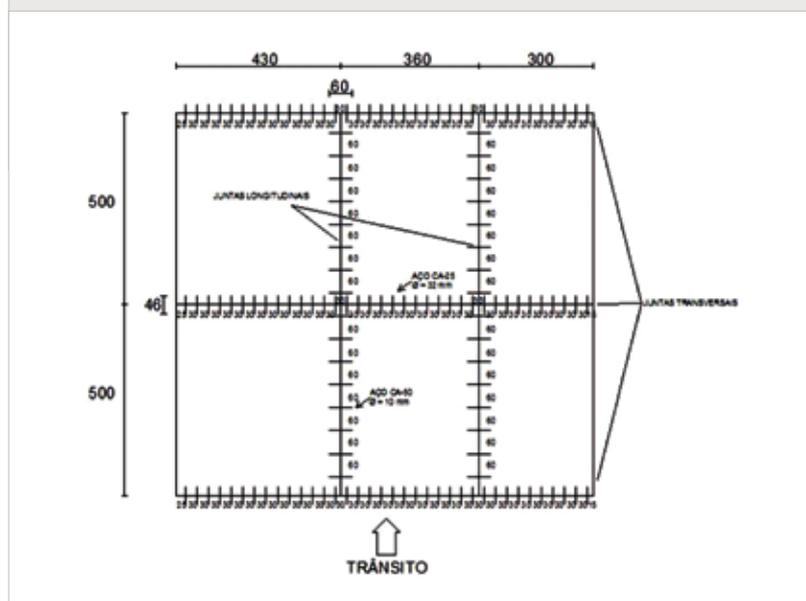


Figura 4 – Paginação das Juntas (detalhe) - Túnel do Morro Agudo – BR 101 Sul



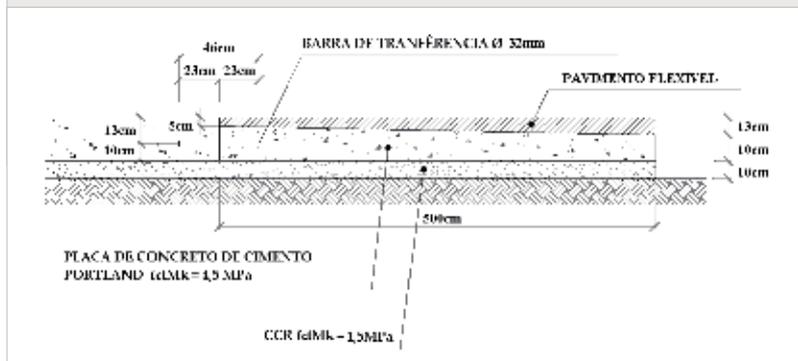
As juntas transversais de transferência de carga têm barras de transferência com aço CA-25, com diâmetro de 32 mm e comprimento de 46 cm, com espaçamento entre elas de 30

cm. As juntas longitudinais de articulação têm barras de ligação com aço CA-50, com diâmetro de 10 mm e comprimento de 60 cm, com espaçamento entre elas de 60 cm (figura 4).

Em função dos encontros com o pavimento asfáltico à montante e a jusante, foi projetada uma placa de concreto de transição,

em cunha, para a melhor concordância entre os pavimentos (figura 5).

Figura 5 – Placa de transição entre o pavimento flexível e rígido



A seção transversal tipo do túnel é de 136,63 m², com largura da plataforma do pavimento em 10,90 m, composto por duas faixas de tráfego de 3,60 m, faixa de segurança de 0,70 e acostamento de 3,00 m (figura 3). A extensão do pavimento de concreto é de 1.034,50m.

Com base no dimensionamento e na análise das diferentes condições de solicitações de tráfego ao longo do túnel, a solução adotada foi o pavimento de placas de concreto simples, com acostamento de concreto e junta transversal com barras de transferência. O concreto para as placas tem resistência à tração na flexão em 4,50 MPa aos 28 dias, espessura de 23 cm, e está assentado sobre uma camada de concreto compactado com rolo – CCR, com resistência à tração na flexão de 1,5 MPa aos 28 dias e 10 cm de espessura. De acordo com Norma do DNIT, é possível especificar o controle do CCR pela resistência à compressão, sendo de 5,0 MPa aos 7 dias.

2.2 MATERIAIS DO CONCRETO

O cimento definido para a obra, tanto para o concreto compactado com rolo – CCR como para as placas, foi o CP II Z - 32.

Foram utilizados como agregados miúdos para os concretos areia natural, com módulo de finura de 2,67 (zona 3 da NBR 7211/05). No concreto compactado com rolo ainda foi utilizado areia artificial de origem granítica. Foram utilizados como agregados graúdos, em ambos os concretos, as britas classificadas como 9,5/25 (NBR 7211) e a brita classificada como 19/31,5 (NBR 7211/05).

A água utilizada foi obtida em poço artesiano no local e atendeu a norma NBR NM 137/97.

Tabela 1 – Composição dos traços do CCR e da placa de concreto

Materiais	Unidades	Traço CCR	Traço placa de concreto
Cimento CII Z - 32	kg/m ³	100	383
Areia Natural	kg/m ³	-	646
Areia artificial	kg/m ³	957	-
Brita 9,5/25	kg/m ³	634	480
Brita 19/32	kg/m ³	687	720
Água	l/m ³	98	173
Aditivo	kg/m ³	-	1,53
Fator A/C	-	-	0,45
Teor de argamassa	%	-	46,0
Abatimento ("Slump Test")	mm	-	20±10
Microfibra mono filamento de polipropileno	kg/m ³	-	0,600

No traço do concreto aplicado nas placas de pavimentação, foi utilizado o plastificante FK-100, aditivo polifuncional de pega normal líquido para concreto e microfibras mono filamento de polipropileno, a uma taxa de 0,600 kg/m³ de concreto. Estas fibras de polipropileno são compostas por filamentos extremamente finos, produzidos através de um processo de extrusão, e tem peso específico de 0,9 g/cm³, diâmetro de 20 microns e tensão de ruptura de 810 MPa.

2.3 TRAÇOS DE CONCRETO

Os concretos foram dosados utilizando-se de método racional baseado nas faixas granulométricas de referência estabelecidas na Norma DNIT-049/ 2009 – ES. Os traços foram desenvolvidos pela equipe de laboratório da construtora, com o apoio da empresa de consultoria CRG Engenharia e demonstrados na tabela 1.

2.4 MÉTODO EXECUTIVO

A seguir, descreveremos as principais etapas de execução do pavimento, cujo serviço de execução das placas de concreto da obra ficou a cargo da Empresa Ivaí Engenharia de Obras S.A., sendo que os serviços preliminares não serão mencionados neste trabalho.

2.4.1 Produção e transporte do Concreto Compactado com Rolo - CCR

Para a produção do CCR, foi utilizada uma central dosadora marca CIBI, com capacidade de produção de 60 m³/h, a mistura feita em caminhões betoneiras, sendo o transporte realizado com caminhões basculantes, que recebiam o CCR em rampa previamente preparada em local próximo à central de concreto. Para obter uma maior produtividade nos serviços, normalmente utilizavam-se dois caminhões betoneiras na mistura do CCR.

2.4.2 Execução do Concreto Compactado com Rolo - CCR

O CCR foi transportado em caminhões basculantes (figura 6) e espalhado com o uso de motoniveladora (figura 7) em duas

Figura 6 – Transporte do concreto compactado com rolo - CCR em caminhões basculantes



faixas com as seguintes larguras: 8,25m e 3,0m. Junto às paredes do túnel, o CCR foi executado com espalhamento manual. Posteriormente, o CCR foi compactado com uso de rolos vibratórios lisos.

Na execução de sub-bases de CCR, é muito importante o controle rigoroso da resistência à tração, da espessura da camada, para garantir as especificações de projeto. A cura do CCR foi realizada através de pintura com emulsão asfáltica RR2C e posterior manutenção com aspersão de água (cura úmida).

Figura 7 – Espalhamento do CCR com motoniveladora



Figura 8 – Compactação do CCR com rolo vibratório



A compactação do CCR foi realizada com rolo compactador vibratório duplo “tanden”, conforme figura 8. O número de passadas do rolo foi definido após ensaios de compactação realizados pela equipe do laboratório, utilizando o ensaio de frasco de areia.

A cura do CCR foi executada com a aplicação de emulsão asfáltica RR-2C sobre a superfície compactada e liberada pela fiscalização. Este produto além de executar a cura

do CCR, tem como outra finalidade não permitir a aderência entre as camadas de CCR e da placa de concreto.

2.4.3 Execução do Pavimento de Concreto

Para a produção do concreto aplicado no pavimento, foi utilizada a mesma central dosadora marca CIBI, com capacidade de produção de 60 m³/h.

O transporte do concreto foi realizado com caminhões betoneira (figura 9).

O concreto foi descarregado diretamente pelo caminhão betoneira em frente à pavimentadora e para a execução das placas, foi utilizada pavimentadora de formas deslizantes marca WIRTGEN, modelo SP-500 (figura 10).

Os sistemas de apoio das barras de transferência foram adquiridos de empresa especializada de mercado e tiveram as barras pintadas e engraxadas para evitar aderência ao concreto (figura 11). Foram distribuídas sobre a sub-base de CCR de acordo com o projeto das juntas transversais, sendo fixadas com grampos de aço no concreto compactado com rolo - CCR (figura 12).

A pavimentadora de fôrmas deslizantes, após receber o concreto transportado por caminhões betoneira, executa diversas atividades ao mesmo tempo, tais como: espalhamento, vibração e nivelamento do concreto, sendo orientada por cabos-guias e sensores posicionados topograficamente

nas suas duas laterais, definindo o alinhamento, o nivelamento e a espessura da placa de concreto, de acordo com o projeto (figura 13).

O acabamento final do concreto foi executado após a passagem da pavimentadora de fôrmas deslizantes, com o uso de float manual (figura 14).

A texturização da superfície do concreto foi executada com vassouras de piaçava de forma manual em movi-

Figura 9 – Transporte do concreto com caminhão betoneira

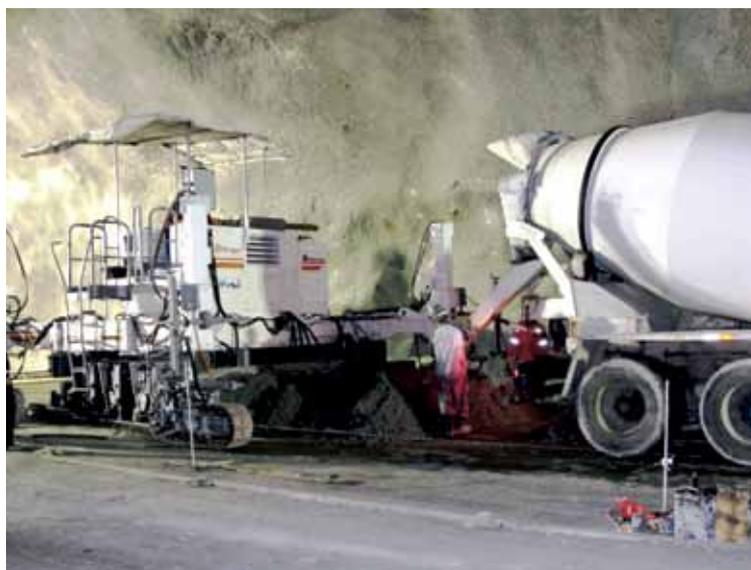


Figura 10 – Pavimentadora WIRTGEN SP-500



Figura 12 – Colocação das barras de transferência sobre o CCR



Figura 11 – Sistema de apoio das barras de transferência



atuando como barreira contra a perda da água de amassamento do concreto (figura 16).

A atividade posterior à cura foi o corte das juntas transversais (figura 17). O momento ideal para o corte das juntas depende de muitos fatores, como temperatura ambiente, temperatura do concreto, quantidade e tipo do cimento, uso ou não de aditivos plastificantes

mentos longitudinais e retilíneos (figura 15), preferencialmente sobre uma ponte de serviço que garantiu o acesso a toda a placa. A texturização no Brasil normalmente é executada no sentido transversal ao tráfego. Nesta obra o projetista propôs e teve a aprovação do DNIT para realizar a texturização no sentido LONGITUDINAL ao tráfego. Este procedimento visa diminuir o barulho quando da passagem dos veículos.

Para a cura do concreto, foi aplicado um produto químico a base de parafina, pulverizado sobre a superfície do concreto fresco, formando uma película contínua e flexível,

e incorporadores de ar, umidade do ar, entre outros. A literatura define uma janela de corte teórica, que define o momento do corte para que não ocorram danos nas placas (figura 18).

As juntas longitudinais foram executadas após o aparecimento das fissuras de construção, pois, como se executou o pavimento em três faixas independentes, não houve a necessidade de indução das juntas longitudinais. As juntas transversais e longitudinais foram seladas com uso do produto silicone SL 890, da Dow Corning (figura 19).

3. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

A especificação adotada para a execução dos serviços de pavimentação em concreto foi NORMA DNIT 049/2009 - ES Pavimento rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma deslizante.

O controle tecnológico do concreto foi realizado pela construtora que instalou, junto à central de concreto, um laboratório de campo para um acompanhamento eficiente da obra. O laboratório foi equipado para a realização dos ensaios de caracterização de agregados e de ensaios do concreto compactado com rolo - CCR e concreto das placas de pavimentação.

Foram realizados os seguintes ensaios de agregados:

- Determinação da massa específica (NBR NM 52/03);
- Determinação da composição granulométrica (NBR NM 248/03);
- Determinação do teor de materiais pulverulentos (NBR NM 46/03);

Figura 13 – Pavimento de concreto após passagem da pavimentadora



Figura 14 – Aplicação do float manual



Figura 15 – Texturização longitudinal da superfície do concreto com vassoura de piaçava



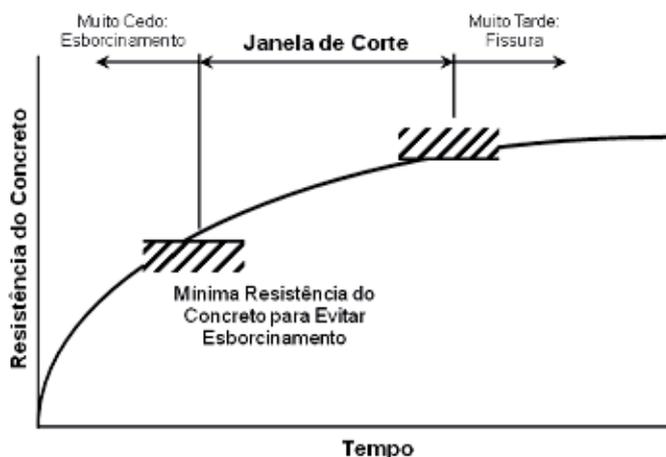
Figura 16 – Aplicação do produto de cura sobre a superfície acabada do concreto



Figura 17 – Corte das juntas transversais das placas



Figura 18 – Janela de corte teórica para corte das juntas transversais



- Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis (NBR 7218/87) e;
 - Determinação do teor de impurezas orgânicas (NBR NM 49/01).
- E dos seguintes ensaios de concreto:
- Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67/98);
 - Determinação da massa específica e do teor de ar (NBR 9833/87);
 - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos (NBR 5738/03) e;
 - Determinação da resistência à tração na flexão do concreto (NBR 12142/92).

3.1 RESULTADOS

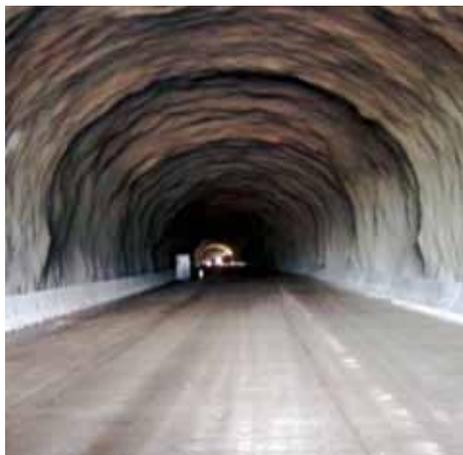
Os resultados obtidos nos rompimentos dos corpos de prova dos concretos comprovaram o pleno atendimento das resistências especificadas pelo projeto, conforme descrito abaixo:

Concreto compactado com rolo – CCR – re-

Figura 19 – Selagem com silicone



Figura 20 – Vista geral da obra pronta



sistência característica à tração na flexão aos 28 dias – $F_{ctm,k} = 1,65 \text{ MPa} \rightarrow 1,50 \text{ MPa}$.

Concreto simples para as placas – resistência característica à tração na flexão aos 28 dias – $F_{ctm,k} = 5,10 \text{ MPa} \rightarrow 4,50 \text{ MPa}$.

4. CONCLUSÃO

Durabilidade, segurança, economia, resistências a cargas e conforto de rolamento, características principais dos pavimentos de concreto, foram resultado do trabalho de pavimentação do Túnel do Morro Agudo. A escolha do pavimento de concreto se mostrou acertada e sinaliza o avanço da tecnologia nas principais rodovias do Brasil.

Executada e concluída a pavimentação do túnel, o que se obteve foi um pavimento de concreto perfeitamente nivelado, durável e econômico, que garantirá segurança aos usuários da rodovia, bem como atendimento aos requisitos de resistência do projeto (figuras 20). ●



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



Seus serviços  Girocon Megamix

Riscos e medidas de controle na impermeabilização

MARCOS STORTE – ENGENHEIRO, MSC

VIAPOL

Ao especificar uma impermeabilização é importante levar em consideração uma situação de aplicação, tal como, mão de obra, qualidade da construção, cronograma de obras exíguo, ausência de fiscalização atuante, aplicação de produtos inadequados (em consumo e qualidade), dentre outros, que interferem diretamente no bom desempenho da impermeabilização.

A proposta deste artigo é expor os cuidados e procedimentos necessários à segurança dos profissionais que executam a impermeabilização e de seu entorno.

Este foco é necessário, pois, na última revisão da Norma Regulamentadora 18 (ABNT NR 18:2011 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção), foi incorporado um item específico sobre impermeabilização, o que torna obrigatório a observância de procedimentos de preparação, manuseio e aplicação, além dos que já são recomendados pela ABNT NBR 9574 – Execução de impermeabilização, citada como referência, o que torna também esta norma de execução como uma lei a ser seguida por todos que se utilizem destes serviços

1. HISTÓRICO

A NR 18, que trata das condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, foi modificada, por consenso das três bancadas no CPN – Comitê Permanente Nacional em 08.12.2011 e criado o Item 18.17 – Alvenaria, Revestimentos, Acabamentos e Impermeabilização, que têm as seguintes considerações:

- Os serviços de aquecimento, transporte e aplicação de

impermeabilizante a quente e a frio devem estar previstos no PCMAT e/ou no PPRA e atender a NBR-9574 vigente (subitem 18.17.4 da NR-18);

- O equipamento para aquecimento deve ser metálico, possuir tampa com respiradouro de segurança, termômetro ou termostato, bem como possuir nome da empresa fabricante ou importadora e CNPJ em caracteres indelévelis e visíveis;
- Não é permitido o aquecimento a lenha nos serviços de impermeabilização.

Já a norma NBR 9574, que trata da execução de impermeabilização, estabelece os parâmetros de execução de 27 diferentes tipos de impermeabilização com os seguintes procedimentos:

- Preparação do substrato;
- Aplicação do tipo de impermeabilização;
- Proteção do tipo de impermeabilização.

A impermeabilização como um sistema deve atender ao disposto na ABNT NBR 9575: 2010 - Impermeabilização – Seleção e projeto. As mantas como produto devem atender o desempenho exigido na ABNT NBR 9952: 2007 – Mantas asfálticas para impermeabilização e os primers, o disposto na NBR 9686 - Solução e emulsão asfáltica empregadas como material de imprimação na impermeabilização.

2. CUIDADOS PARA APLICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS COM CHAMA DE MAÇARICO A GLP

A NBR 9574 disciplina no item 4.3.13 – a, mantas

asfálticas, a aplicação do tipo de impermeabilização com chama de maçarico a GLP, descrevendo os procedimentos de segurança, que coincidem ao disposto na NR 18.

2.1 NORMAS DE SEGURANÇA PARA USO DO MAÇARICO

- Ao conectar a válvula de segurança no botijão, certifique-se que não tenha vazamentos de gás, usando espuma de sabão para verificação;
- Após certificar-se que não há vazamentos na conexão do botijão, verifique as condições da mangueira, examinando-a cuidadosamente para detectar possíveis avarias que possam oferecer riscos de vazamentos de gás e provocar acidentes: coloque a mangueira em um recipiente com água, abra a válvula do botijão submetendo a mangueira à pressão total - caso constate alguma anomalia, substitua a mesma por uma nova;
- Certifique-se de que não há vazamento em nenhuma das conexões, tais como: registro, gatilho etc.;
- Jamais coloque o botijão dentro de caixas d'água ou qualquer outro local fechado quando estiver trabalhando com o maçarico nestes locais;
- Não deixar o maçarico conectado ao botijão quando se ausentar do local de trabalho, mesmo que seja por curto espaço de tempo;
- Não usar o maçarico em ambiente fechado sem a colocação de ventilação forçada para renovação do ar

- caso contrário, o ar interno perderá oxigênio, causando danos à saúde dos funcionários que estejam trabalhando no local;

- Usar sempre mangueira para alta pressão;
- Nunca use fósforos ou isqueiros para verificar possíveis vazamentos de gás em qualquer parte do equipamento;
- Nunca use o maçarico com o botijão de gás deitado (fora da posição normal) - este procedimento poderá provocar rompimento da mangueira e danos na válvula de regulação de pressão do equipamento;
- Em dias muito frios, poderá ocorrer congelamento do botijão depois de algumas horas de uso - é aconselhável trocar o botijão, deixando que o mesmo descongele naturalmente;
- Sempre usar roupas e EPI's adequados.

2.2 SEQUÊNCIA DE FOTOS ILUSTRANDO A COLAGEM DE MANTA ASFÁLTICA COM MAÇARICO, EM UMA OBRA RESIDENCIAL

Passo 1 – Preparação do substrato conforme item 4.3.3.1 da NBR 9574

Passo 2 – Imprimação com produtos que atendam a ABNT NBR 9686

Passo 3 – Aplicação da manta com uso de maçarico

Passo 4 – Execução de detalhes atendendo o item 5.2 da NBR 9574

Passo 5 – Execução de proteções atendendo o item 4.3.13.3 da NBR 9574

Figura 1 – Material para aplicação de mantas asfálticas com chama de maçarico: par de luvas de raspa; colher de pedreiro; objeto cortante (estilete ou faca); rolo de pintura de lã de carneiro; maçarico de alta potência.



Figura 2 – Regularização do substrato para dar caimento da água para os ralos, arredondar os cantos verticais e horizontais em meia cana, aproximadamente quatro dedos de distância



Figura 3 – Aplicação de uma demão de primer, em toda a área do piso e nos rodapés, na altura adequada a cada caso. Aguardar secagem.



Figura 4 – Aquecimento simultâneo com chama de maçarico do piso com o primer e a manta, avançando o rolo com o pé



3. CUIDADOS PARA APLICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS COM COLAGEM A QUENTE

A NBR 9574 disciplina, no item 4.3.13 - b, a aplicação do tipo de impermeabilização por meio de colagem com asfalto a quente, coincidindo com os procedimentos de segurança dispostos na NR 18.

Figura 5 – Ilustração da execução de arremates, tais como, rodapés e ralos



Figura 6 – Ilustração da execução de proteção mecânica de transição com camada separadora, após realização do teste de estanqueidade



3.1 MEDIDAS DE SEGURANÇA NA ÁREA DE TRABALHO DO AQUECEDOR DE ASFALTO

- Colocar o aquecedor de asfalto sobre superfície plana, travar uma das rodas com calço apropriado para evitar risco de tombamento ou deslocamento;
- Conservar os botijões de gás a uma distância apropriada e num lugar seguro, onde não possam virar ou serem danificados;
- Tenha cuidado com materiais inflamáveis e sempre conserve um extintor à mão, na área de trabalho;
- Nunca deixe o aquecedor de asfalto sem supervisão enquanto estiver funcionando e sempre fechar a válvula de gás quando o supervisor se afastar por um tempo maior;
- Quando abrir a válvula de 1 1/2" para drenar a caldeira de asfalto, faça de forma lenta para evitar qualquer respingo;
- Sempre usar EPI's e roupas apropriadas, tais como: camisa de manga longa, calça comprida de algodão, perneira de raspa de couro, calçado de segurança, luvas de raspa de couro com cano longo, avental longo de raspa de couro, protetor facial ou óculos de segurança com respirador PFF2, capacete de segurança;
- Durante o funcionamento do aquecedor de asfalto, nunca deixe a tampa aberta depois de colocar o asfalto no recipiente interno - isto pode causar autocombustão e o aquecedor de asfalto se incendiar;
- Não segure ou movimente o aquecedor de asfalto enquanto ele estiver quente ou cheio de asfalto;
- Em caso de incêndio, chame a brigada de incêndio; e em caso de acidente, chame a equipe de emergência;
- Com auxílio de espuma feita com água e sabão, verifique regularmente se não há vazamento no regulador, queimador e em todas as válvulas;
- Verifique regularmente se as mangueiras de borracha não estão gastas e se estiverem, troque-as.

3.2 SEQUÊNCIA DE FOTOS ILUSTRANDO A COLAGEM DE MANTA ASFÁLTICA COM ASFALTO QUENTE, EM UMA OBRA INDUSTRIAL

Passo 1 – Preparação do substrato conforme item 4.13.3.1 da NBR 9574

Passo 2 – Imprimação com produtos que atendam a ABNT NBR 9686

Passo 3 – Aquecimento do asfalto

Passo 4 – Execução da colagem de mantas com asfalto atendendo o item 4.13.3.2 da NBR 9574

Passo 5 – Teste de estanqueidade atendendo o item 5.6 da NBR 9574

Passo 6 – Camada separadora atendendo o item 4.3.13.3 da NBR 9574

A proteção mecânica é necessária nas áreas com trânsito de pessoas, veículos, com paisagismo ou nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica à impermeabilização.

Figura 7 – Ilustrações de aquecedor de asfalto



Figura 8 – Vista de área com substrato preparado



Figura 9 – Vista de área com substrato imprimado



Figura 10 – Ilustrações de aquecedor de asfalto em operação



Figura 11 – Aplicações da manta asfáltica com asfalto quente



Figura 12 – Vista de área com lâmina d'água de 10 cm



Figura 13 – Vista da colocação de camada separadora, antes da proteção mecânica



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A segurança que a impermeabilização confere às edificações é no aumento de sua vida útil na redução dos custos de manutenção aos proprietários e do impacto ao meio ambiente.

A segurança do impermeabilizador é primordial para que o serviço seja executado corretamente e para que este profissional não faça parte das estatísticas que informam que os trabalhadores do setor de construção civil têm um risco 3 vezes maior de morrer por acidente de trabalho em relação aos trabalhadores do conjunto de outros setores econômicos¹.

Observar as disposições da NR 18 e da NBR 9574 é obrigação que todos nós devemos cumprir para atingirmos a segurança na acepção da palavra.

Progredimos nos últimos anos, já que temos no ABNT CB 90 – Comitê Brasileiro de Qualificação de Pessoas no Processo Construtivo para Edificações, a norma ABNT NBR 15896:2010 – Qualificação de pessoas no processo construtivo para edificações – Perfil profissional do impermeabilizador.

Este perfil é fundamental para que se estabeleça ampla ação de formação da pessoa que atua ou vier a atuar no setor, assim como para criar as bases para o processo brasileiro de certificação dos profissionais da construção civil, em conformidade com a ABNT NBR ISO IEC 17024:2004 – Avaliação de conformidade – Requisitos gerais para organismos que realizam certificação de pessoas.

Referências Bibliográficas

[01] Pereira, A. - Seminário técnico Segurança e Saúde na Indústria da Construção – SindusCon-SP – 03.07.2012 ●



*A construção de
uma sintonia perfeita.*

Cimento Itambé. Uma companhia cada vez melhor.



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

www.cimentoitambe.com.br



O crescimento do pavimento de concreto no Brasil

RONALDO VIZZONI – ENGENHEIRO, GERENTE NACIONAL DE INFRAESTRUTURA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP

As rodovias, responsáveis pela modalidade de transporte mais utilizada no Brasil, uma vez que por elas são feitas grandes movimentações de pessoas e de cargas transportadas, compuseram um dos segmentos da infraestrutura de transportes mais afetados negativamente, pelas acomodações sucessivas da economia em face das crises financeiras internacionais dos últimos anos. Pode-se afirmar que algo semelhante ocorreu em toda a infraestrutura logística nacional.

Deteriorou-se a infraestrutura de transportes como um todo, principalmente a rodoviária, devido à falta de investimentos ao longo dos anos, à precariedade ou ausência de conservação da malha pavimentada e, principalmente, ao uso, quase que exclusivo, do pavimento flexível como solução única e tradicional em todas as situações de tráfego. Além disso, a pavimentação asfáltica foi considerada, até pouco

Foto 2 – Caminho do Mar



tempo e erroneamente, de baixo custo inicial, quando, na verdade, sempre demandou elevado custo de manutenção.

1. PRIMÓDIOS DA PAVIMENTAÇÃO

A paixão dos brasileiros pelo automóvel vem desde o início do século passado, com a chegada dos primeiros automóveis no Brasil em 1916. Em 1918, o país já possuía 5.000 veículos e péssimas estradas. Em 1919, a Ford instala sua primeira fábrica de automóveis no Brasil.

Em 1922, quando das comemorações do centenário da independência, o marco fundamental na história dos transportes e do crescimento econômico do Brasil foi a pavimentação, com concreto de cimento portland, do trecho em declive da “Estrada Caminho do Mar”, a primeira estrada construída com concreto na América do Sul e uma das primeiras do mundo, ligando a principal cidade brasileira, São Paulo, ao maior porto da América do Sul.

Foto 1 – Caminho do Mar



Foto 3 – Serra de Petrópolis



Nos anos seguintes, o pavimento de concreto de cimento portland, ou simplesmente pavimento de concreto, ganhou espaço sobre os pavimentos asfálticos amplamente usados até então. O trecho da rodovia BR 040 conhecido como Serra de Petrópolis, no Rio de Janeiro, recebeu o pavimento de concreto, assim como a principal estrada do país até os dias de hoje, a rodovia Rio-São Paulo, Via Dutra, também teve seu leito pavimentado com concreto, em 1937.

Em 1947, logo após a Segunda Guerra Mundial, com uma economia fortalecida, o país dá novos passos em direção à industrialização. No Estado de São Paulo, o mais importante do País, a rodovia Anchieta, pavimentada com concreto, é inaugurada para substituir o já saturado Caminho do Mar e permite o crescimento acelerado da região do ABC, berço de uma nova classe operária e do crescimento da indústria do país. Nessa época, a rodovia Anhanguera também foi pavimentada com concreto, construída para transportar as riquezas do interior de São Paulo. Todas essas rodovias foram marcos do desenvolvimento rodoviário

Foto 5 – Rodovia Anchieta



brasileiro, da formação de uma ideia de progresso e desenvolvimento, da formação do país do futuro e do uso do concreto na pavimentação de estradas de rodagem. Diversos pavimentos de concreto foram construídos nessa década, particularmente no Estado de Pernambuco, no Nordeste brasileiro, cuja capital Recife, continua sendo até hoje a capital do pavimento rígido.

Na mesma época, a maioria das pistas dos aeroportos brasileiros, como em todo o mundo, era de terra. Um fato relevante foi a entrada em operação dos aviões DC3, versão civil do C47 militar, no fim da Segunda Guerra Mundial. As primeiras pistas militares e civis dos principais aeroportos brasileiros foram implantadas em concreto. De todos os aeroportos que tiveram suas pistas pavimentadas com concreto, apenas o Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim (Galeão), na cidade do Rio de Janeiro, permanece com sua pista original de concreto, em operação há mais de 30 anos, sem qualquer ocorrência de acidente registrada ao longo desse período.

Foto 4 – Rodovia Presidente Dutra



Foto 6 – Rodovia Recife a Jaboatão



Foto 7 – Av. Boa Viagem – Recife PE



Igualmente importantes são os pavimentos urbanos executados com concreto, nas principais cidades brasileiras, alguns em uso há mais de 50 anos, praticamente sem qualquer manutenção.

2. PAVIMENTAÇÃO RÍGIDA

Até meados da década de 70, muitos pavimentos de concreto foram construídos no Brasil, em todos os estados. Diversos motivos, alguns históricos, fizeram com que essa tecnologia ficasse afastada por 20 anos, sendo reintroduzida a partir de 1996, com importantes obras sendo executadas hoje.

Os baixos preços do petróleo e seus derivados, o desenvolvimento rápido e acentuado de técnicas de pavimentação asfáltica, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, a formação de pessoal e disponibilidade de equipamentos ligados ao ramo de pavimentos asfálticos, a construção de rodovias ditas de penetração (ou seja, dentro do conceito de grande extensão e de baixa qualidade), a falta de continuidade das obras (trazendo aos

Foto 9 – Marginais da Rodovia Castello Branco, São Paulo-SP



construtores o receio em investir em equipamentos para pavimentos de concreto), o imediatismo político (comprometendo a qualidade de construção e, conseqüentemente, a ocorrência de serviços de conservação permanentes), os preços oficiais “desatualizados” (sem considerar os avanços tecnológicos no campo dos pavimentos de concreto), a falta de estudos de viabilidade técnica e econômica, a acomodação por desconhecimento do usuário (ilustrada pelo emprego da palavra “asfaltar” como sinônimo de “pavimentar”), são as objeções ao emprego do pavimento de concreto, guiadas, em linhas gerais, por três posturas: desconhecimento técnico, comodismo e imediatismo. Em suma: as objeções mais recorrentes referiam-se ao custo inicial de construção, à falta de experiência do meio técnico, à dificuldade de execução e à falta de equipamentos e tecnologia, razões que fizeram com que o pavimento de concreto sofresse o processo de interrupção.

Já os fatores que alavancaram a reintrodução do concreto na pavimentação foram: a confecção de planilhas de custos

Foto 8 – Via Expressa – Belo Horizonte MG



Foto 10 – BR 290 – Freeway



Foto 11 – Rodoanel Mário Covas – Oeste, São Paulo-SP



regionalizadas pelos órgãos públicos, com várias opções de seções; a divulgação adequada da tecnologia mostrando as grandes vantagens no seu uso; a demonstração de técnicas modernas de construção e o interesse direto desses mesmos órgãos gestores, construtores, projetistas e fornecedores.

Uma análise detalhada de mercado mostrou a necessidade de aperfeiçoamento e aprofundamento da normalização existente, ampliação dos estudos sobre técnicas de projeto e de execução, bem como de tecnologia de materiais, pesquisando e incentivando o emprego de Whitetopping, Overlay e Fast track (concretos de liberação rápida ao tráfego), por exemplo.

O projeto executivo detalhado dos pavimentos de concreto, com espessuras e itens de construção otimizados, sem redução da qualidade e da durabilidade, também foi detectado como item que permitiria o avanço da técnica e, em consequência disso, o aumento do emprego dos pavimentos de concreto no Brasil.

Foto 13 – BR 101 NE



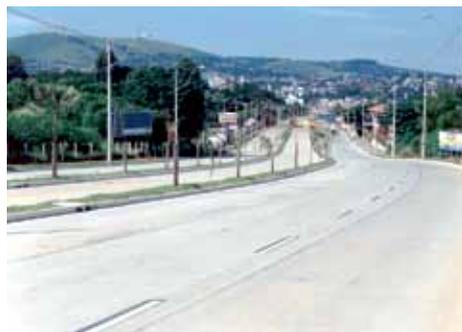
A associação do pavimento de concreto à gestão ambiental foi e continua sendo um ponto forte de convencimento técnico, já que ele não polui, não tem periculosidade e agrega valor a subprodutos. A contribuição ambiental se dá pela incorporação de resíduos ou subprodutos industriais à fabricação do cimento, como as escórias de alto-forno e as cinzas volantes provenientes das usinas termelétricas, reduzindo assim o fator clínquer do cimento e a emissão de CO₂ na atmosfera. No coprocessamento, a contribuição se dá pela destruição térmica, nos fornos de cimento, de resíduos industriais indesejáveis, como pneus inservíveis, óleos usados, solventes e graxas, sem prejudicar a qualidade final do produto, substituindo e economizando combustíveis. Igualmente importante é o fato de que o concreto consome menos energia térmica em sua fabricação (a frio) que o asfalto. Não bastasse tudo isso, a durabilidade do pavimento de concreto é aspecto fundamental para a sustentabilidade da solução.

Outros resultados importantes decorrentes do crescimento dessa tecnologia foram: geração de mão de obra

Foto 12 – Rodoanel Mário Covas – Sul, São Paulo-SP



Foto 14 – III Perimetral de Porto Alegre



especializada na operação de equipamentos de grande porte e na execução de pavimentos de alto desempenho e desenvolvimento tecnológico de materiais, até então importados. O Brasil passou de importados para exportador desses produtos.

3. PERSPECTIVAS DA PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO

A penúria da qualidade da rede rodoviária, com a baixa durabilidade associada, os valores atuais e a tendência de alta dos preços do petróleo modificando significativamente para cima a estrutura de custos de pavimentação asfáltica e as crescentes e restritivas exigências de proteção e gestão ambiental começam a ser entendidas pelos planejadores, como um ponto forte pela opção dos pavimentos cimentados em geral. Por outro lado, os estudos técnicos e econômicos de viabilidade que passaram a fazer parte obrigatória das licitações, o interesse efetivo de construtores e fornecedores em geral nesse mercado (atualmente temos em operação no Brasil 28 equipamentos - vibroacabadoras

de fôrmas deslizantes - de grande e médio porte, sendo 23 deles de propriedade das construtoras), o processo de concessões rodoviárias, a médio e longo prazo (que será um campo vasto de uso e desenvolvimento do pavimento de concreto no Brasil) são itens de destaque que, de certa maneira, "preparam" o terreno para o uso do concreto, avançando seu crescimento.

São significativos os resultados crescentes na pavimentação em concreto no Brasil, ao longo dos últimos 15 anos, podendo-se mencionar diversas obras de vulto, já executadas e em execução, como a rodovia BR 101 NE, o Rodoanel Mário Covas/SP, a Rodovia dos Imigrantes/SP, a Via Dutra/SP, as Marginais da Castello Branco/SP, a BR-290/RS, a Serra de São Vicente (BR 163/364/MT), a Rodovia RS 118/RS, a Perimetral de Porto Alegre/RS, diversos corredores urbanos exclusivos de ônibus (BRTs), para citar as mais importantes.

Atualmente estão licitadas, em fase de início de construção, ou em fase de projeto e de licitação, diversas obras de pavimentação de concreto no país, totalizando mais de 3.000 km de vias em concreto. ●

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

Sika ViscoFlow®

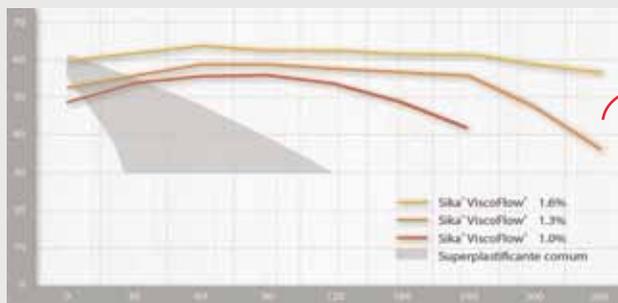
Aditivo superplastificante com manutenção extra prolongada da trabalhabilidade sem queda nas resistências iniciais

Isso que é tecnologia!

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

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

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



Defina o tempo de trabalhabilidade baseado nas suas necessidades!



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

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.

Avaliação do pavimento de concreto em diversas ruas de Curitiba

CARLOS ROBERTO GIUBLIN - ENGENHEIRO CIVIL, MESTRE EM CONSTRUÇÃO CIVIL

CRG ENGENHARIA LTDA

ALEXSANDER MASCHIO - ENGENHEIRO CIVIL

CLEVERSON BOENO MORO - ENGENHEIRO CIVIL

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

1. INTRODUÇÃO

O uso de pavimentos rígidos com superfície de concreto vem apresentando um consistente e constante crescimento no Brasil. É uma solução que pode ser utilizada em vias urbanas e rodoviárias, bem como pátios de caminhões e aeronaves, terminais de contêineres, entre outros.

De uso corrente em países como EUA, Alemanha, Bélgica e diversos países da América Central e do Sul, o pavimento de concreto tem se mostrado competitivo, principalmente em vias de tráfego alto e pesado. Em muitas cidades do Brasil, que tem sistema coletivo baseado em linhas de ônibus expressas, com tráfego segregado e canalizado, o pavimento de

concreto está sendo aplicado em grande quantidade principalmente pelas vantagens de alta durabilidade, baixa manutenção, menor espessura de escavação, maior segurança na frenagem e menor consumo de iluminação pública ao longo da sua vida útil (CARVALHO, 1998). Em tempos que os investimentos na recuperação e ampliação da infraestrutura do país são propagados, é de fundamental importância considerar este tipo de pavimentação como uma opção viável, tanto técnica como economicamente.

Com as vantagens acima descritas, este pavimento ganha destaque em projetos de urbanização em algumas regiões do país, como, por exemplo, na cidade de Curitiba onde os corredores de ônibus e vias com tráfego pesado

Tabela 1 – Relação das avenidas e ruas avaliadas em Curitiba-PR

Avenida / Rua	Extensão (m)	Execução	Em uso (anos)
Rua Presidente Faria	560	1996	15
Av. Wenceslau Bráz	435	1998	13
Av. das Indústrias	1.100	2000	11
Rua Anne Frank	1.100	2000	11
Rua Tem. Antonio Marques	775	2000	11
Av. Afonso Camargo	4.000	2000	11
Av. Mascarenhas de Moraes	1.900	2006	5
Av. Santa Bernadethe	1.750	2006	5





Visão em profundidade da Av. Santa Bernadethe

estão recebendo este tipo de pavimentação desde 1996.

Assim sendo, este trabalho contribui para análise do desempenho e qualidade dos pavimentos de concreto executados em Curitiba ao longo desta última década, utilizando as Normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT. Ressalta-se que a vida útil de projeto dos pavimentos de concreto é de 20 anos e que muitas vias em Curitiba já se encontram com a metade da vida útil projetada.

Os pavimentos de concreto das ruas listadas na tabela 1, executados em diversos períodos na cidade de Curitiba, foram avaliados por engenheiro experiente, de acordo com as orientações das Normas do DNIT, no início de 2011.

2. PAVIMENTOS DE CONCRETO EM CURITIBA

O crescente aumento da frota de veículos nas grandes cidades está criando problemas estruturais ao tráfego, principalmente pela dificuldade de ampliação das vias. Outro fator que tem dificultado o tráfego são as constantes interrupções das vias para manutenção do pavimento. A cidade de Curitiba não foge à regra e, por isso, está investindo uma parcela significativa de recursos em melhoria das suas vias urbanas, com uso de várias alternativas de pavimentação.

No transporte coletivo, onde Curitiba se destaca nacionalmente por suas inovações, o seu maior problema é manter as suas vias segregadas, chamadas de canaletas

expressas de ônibus, em perfeitas condições de tráfego, em contraponto ao aumento da população que utiliza este meio de transporte e ao tempo de viagem dos ônibus. Neste cenário, buscando alternativas mais duráveis, iniciou-se em 1996 o desenvolvimento de projetos em pavimentos de concreto. Com uma extensão executada em pavimento de concreto com mais de 60 km, Curitiba se destaca de novo no Brasil como

uma das que mais está se servindo desta tecnologia nas suas vias urbanas.

As características principais do pavimento de concreto são as seguintes: vida útil maior que 20 anos, custos baixos de manutenção, menores espessuras de escavação, maior segurança nas frenagens e menor consumo de iluminação pública. Os estudos comparativos com alternativas, levando-se em consideração não apenas o custo inicial, mas também vida útil, custos de manutenção e operação da via, mostra que a solução de pavimento em concreto simples com barras de transferência é competitiva em tráfego pesado e canalizado.

Os pavimentos de concreto executados em Curitiba são normalmente projetados utilizando o Método de Cálculo da PCA – Portland Cement Association, versão de 1984, quando foi introduzida a análise de erosão das sub-bases (PITTA, 1992). A tabela 2 apresenta as diversas espessuras das sub-bases e placas de concreto das avenidas e ruas objeto deste estudo.

Na Avenida Afonso Camargo, foi projetado o pavimento de concreto utilizando a técnica de *Whitotopping – inlay*, onde a placa de concreto é colocada sobre o material remanescente da escavação e regularização do pavimento asfáltico existente. Neste caso, escava-se o pavimento existente na espessura da placa de concreto e o material remanescente substitui a necessidade de colocação de uma sub-base.

Tabela 2 – Espessuras das sub-bases e placas de concreto

Avenida / Rua	Espessura (cm)	
	Sub-base	Placa
Rua Presidente Faria	10	23
Av. Wenceslau Bráz	10	22
Av. das Indústrias	10	22
Rua Anne Frank	10	22
Rua Tem. Antonio Marques	10	23
Av. Afonso Camargo	-	25
Av. Mascarenhas de Morais	10	23
Av. Santa Bernadethe	10	24

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

Para o estudo em questão, definiu-se pela escolha de um índice de qualidade associados aos defeitos, podendo ser um dos seguintes:

3.1 ÍNDICE DE SERVIENTIA ATUAL – ISA

Serventia é definida como sendo a medida da qualidade de um pavimento, em um dado instante de sua vida de serviço, atendendo ao tráfego misto com suavidade e conforto de rolamento, em qualquer condição climática, na opinião dos usuários. Desta definição são extraídos dois elementos fundamentais: 1) variável no tempo, e 2) índice que pode ser avaliado subjetivamente.

A serventia é uma variável no tempo para uma seção de pavimento, e trata-se de índice que pode ser avaliado subjetivamente, com base na opinião dos usuários. O uso desse parâmetro para medição da condição do pavimento remonta aos experimentos da AASHO Road Test, planejado nos anos 50. Seu grande valor como índice reside exatamente em refletir a opinião dos usuários quanto ao estado de um pavimento. Mais ainda, deve ser tomado como um critério de ruptura que, além de expressar o conforto percebido pelo usuário, realiza a importante ponte de relações existentes entre o estado do pavimento e os custos operacionais dos veículos.

3.2 ÍNDICE DO PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA

A irregularidade longitudinal do pavimento é um

índice relacionado ao conforto de rodagem do pavimento e deve ser determinado pela utilização e operação do Perfilógrafo em cada faixa de tráfego a ser inspecionada. Como parâmetro da condição da superfície, deve resultar o Índice de Perfil (IP), cuja unidade é fornecida em mm/km. No Brasil, tem-se utilizado o Perfilógrafo tipo Califórnia. O equipamento deve ser deslocado longitudinalmente sobre o pavimento à velocidade máxima de 5 km/h, para minimizar saltos. A superfície avaliada é considerada apropriada, no que tange a esta avaliação, quando o valor de IP não ultrapassar 240 mm/km. Os perfis dos pavimentos são obtidos a 90 cm de cada borda do pavimento ou de cada junta longitudinal, e paralelamente a elas, ou seja, nas trilhas de rodas interna e externa de cada faixa de tráfego. O levantamento deve ser realizado em todas as faixas de tráfego e nas duas trilhas de roda.

3.3 ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE – IRI

O índice proposto pelo Banco Mundial é chamado IRI (International Roughness Index). O IRI trata-se de um padrão de medida relacionado àqueles fornecidos pelos sistemas medidores de irregularidade tipo resposta, sendo definido como o índice o somatório dos deslocamentos na suspensão de um veículo dividido pela distância percorrida pelo veículo durante o teste, sendo expresso nas unidades m/km ou mm/m. O equipamento normalmente utilizado no Brasil para este levantamento consiste em um medidor de irregularidade do tipo resposta, modelo Maysmeter, em conjunto com o coletor de dados/microprocessador Rough Rider, instalados em um veículo.

3.4 QUOCIENTE DE IRREGULARIDADE – QI

Trata-se de um índice representativo da irregularidade da superfície do pavimento. É expresso na unidade de “contagens por km”. Como indicação geral, no Brasil os pavimentos recém-construídos apresentam valores de QI próximos de 30 contagens/km; valores maiores que 60 contagens/km, por outro lado, são indicadores de necessidade de reabilitação. Quociente de Irregularidade (QI) é semelhante ao IRI em relação ao objetivo, finalidade e maneira de obtenção. Porém, as unidades são diferentes. Sendo o QI em [cont./km] e o IRI em [m/km].

Pode-se correlacionar o QI com o IRI através da seguinte fórmula:

$QI = 13 \times IRI$	[1]
----------------------	-----

3.5 ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO – ICP

Este método é específico para pavimentos de concreto. A inspeção visual de pavimentos consiste no preenchimento de ficha de inspeção contendo os diferentes tipos de defeitos de pavimentos de concreto para a posterior determinação do Índice de Condição do Pavimento (ICP). O ICP é a medida da condição funcional do pavimento, capaz de fornecer informações para a verificação das condições da via (avenidas, rodovias, pátios, etc) e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e recuperação. O índice de condição do pavimento pode ser quantificado através de uma escala que varia de 0 a 100, onde a quantidade 100 representa uma excelente condição do pavimento.

4. AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Dos métodos avaliados, o índice de Condição do Pavimento – ICP foi escolhido para avaliação de condição estrutural do pavimento de concreto por ser um parâmetro voltado para defeitos característicos de placas de concreto, por não ter restrições para aplicação e também por ser recomendado pelo DNIT. Em três estudos recentes, foram realizadas as inspeções e determinação dos Índices de Condição do Pavimento (ICP) para os pavimentos de concreto das estações-tubo da Avenida Sete de Setembro, da Av. Iguazu e da Avenida dos Trabalhadores, em Curitiba, obtendo-se resultados que validam a escolha deste método de avaliação (GIUBLIN, 2007; GIUBLIN, 2010; SOUZA, 2011).

O ICP é um parâmetro definidor da condição de superfície de pavimento de concreto baseado em metodologia desenvolvida pelo U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (CERL).

A norma brasileira outorgada pelo DNIT que define a avaliação objetiva do estado de conservação de pavimentos de concreto é a DNIT 062/2004 – PRO, a qual define a avaliação objetiva como sendo a “avaliação da condição estrutural do pavimento baseada na determinação do ICP (Índice de Condição do

Pavimento)”. Este índice é definido como a “medida da condição estrutural do pavimento, capaz de fornecer ao engenheiro de pavimentação informações para a verificação das condições da rodovia e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e de recuperação”. A avaliação objetiva é constituída pela análise dos dados obtidos na inspeção visual, cálculo dos ICP, atribuição dos conceitos (varia, de modo crescente, de “Destruído” até “Excelente”), análise do cadastro documental (quando houver acesso a este) e emissão do laudo final. A escala de avaliação do ICP está representada na tabela 3.

A Norma DNIT 061/2004 – TER define os termos técnicos empregados para caracterizar os defeitos que aparecem nos pavimentos de concreto, sendo estes os seguintes:

- Alçamento de Placas;
- Fissura de Canto;
- Placa Dividida;
- Escalonamento ou Degrau de Juntas;
- Falha nas Selagens das Juntas;
- Desnível Pavimento de concreto – Acostamento;
- Fissuras Lineares;
- Grandes Reparos;
- Pequenos Reparos;
- Desgaste Superficial;
- Bombeamento nas juntas transversais e longitudinais;
- Quebras Localizadas;
- Passagem de Nível;
- Rendilhado e Escamação da superfície do concreto;
- Fissuras de Retração Plástica;
- Esborcinamento ou Quebra de Canto;
- Esborcinamento de Juntas;
- Placa Bailarina;
- Assentamento;
- Buracos.

Tabela 3 – Faixa dos índices – ICP

Faixa de ICP		
0	10	Destruído
11	25	Muito ruim
26	40	Ruim
41	55	Razoável
56	70	Bom
71	85	Muito bom
86	100	Excelente

A mesma Norma define defeito como a anomalia observada no pavimento, decorrente de problemas na fundação, de má execução ou de uso do pavimento. Pode-se adicionar a esta definição os projetos mal dimensionados, uso de tecnologia e de equipamentos inadequados.

De acordo com o Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT – IPR-714/2005, a inspeção do pavimento de concreto, para levantamento dos defeitos e de seus respectivos graus de severidade, deve ser feita com uma criteriosa avaliação das suas condições atuais, especialmente do seu

Figura 1 – Modelo de ficha de inspeção de campo

Ficha de Inspeção de Pavimento Rígido							Pavimento: Av. Presidente Afonso Camargo		Extensão: 4000m		
Cálculo do Índice de Condição do Pavimento (ICP)							Comprimento:		Data:02/12/2010		
Tipos de Defeito											
1	Alçamento de Placas	7	Fissuras Lineares	13	Passagem de Nivel						
2	Fissura de Canto	8	Grandes Reparos	14	Rendilhado e Escamação						
3	Placa Dividida	9	Pequenos Reparos	15	Fissuras de Retração Plástica						
4	Degrau de Junta	10	Desgaste Superficial	16	Quebra de Canto						
5	Defeito na Selagem das Juntas	11	Bombeamento	17	Esborcinamento de Juntas						
6	Desnivel Pavimento Acostamento	12	Quebras Localizadas	18	Placa Bailarina						
ID. PLACA	A	B	C	D	E	F	Tipos de Defeitos	Grau de Severidade	Nº Placas Afetadas	% Placas Afetadas	Valor Deduzível
1	5 B 17 B	5 B 17 B					5	M	10	50,0%	4,0
							9	B	4	20,0%	1,0
							17	B	2	10,0%	2,0
2	5 M 9 B	5 M 9 B									
3	5 M	5 M									
4	5 M	5 M									
5	-	-									
6	-	-									
7	-	-									
8	5 B 9 B	5 B 9 B									
9	-	-									
10	-	-					Intervalo de Placas: 1A - 10B				
							Subtrecho:				
							Valor Deduzível Total: 7,0				
Valor Deduzível Corrigido: 7,0					ICP	93,0	Conceito	Excelente			



Figura 2 – Modelo da ficha resumo da avaliação da Rua Anne Frank

Quadro Resumo de Inspeção de Pavimento Rígido				ICP =	87,8	Conceito	Excelente
Cálculo do Índice de Condição do Pavimento (ICP)				Médio		Médio	
Pavimento: R. Anne Frank		Medida (m): Variável		Extensão: 1100 m		Nº de Placas: 460	
Trecho: .Av. Marechal Floriano - R. Maestro Carlos Frank				Data:10/03/2011		Nº de Subtrechos: 23	

Num.	Subtrecho	Comp. (m)	Intervalo de Placas	Nº de Placas	ICP	Conceito
1	Av. Marechal Floriano - R. Anne Frank	50	1A - 10B	20	88,0	Excelente
2	Av. Marechal Floriano - R. Anne Frank	50	11A - 20B	20	68,0	Bom
3	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	21A - 30B	20	58,0	Bom
4	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	31A - 40B	20	78,0	Muito Bom
5	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	41A - 50B	20	84,0	Muito Bom
6	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	51A - 60B	20	90,0	Excelente
7	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	61A - 70B	20	93,5	Excelente
8	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	71A - 80B	20	83,0	Muito Bom
9	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	81A - 90B	20	95,0	Excelente
10	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	91A - 100B	20	85,0	Excelente
11	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	101A - 110B	20	79,0	Muito Bom
12	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	111A - 120B	20	95,5	Excelente
13	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	121A - 130B	20	95,0	Excelente
14	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	131A - 140B	20	98,0	Excelente
15	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	141A - 150B	20	89,0	Excelente
16	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	151A - 160B	20	92,5	Excelente
17	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	161A - 170B	20	77,0	Muito Bom
18	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	171A - 180B	20	89,0	Excelente
19	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	181A - 190B	20	99,0	Excelente
20	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	191A - 200B	20	98,0	Excelente
21	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	201A - 210B	20	98,0	Excelente
22	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	211A - 220B	20	100,0	Excelente
23	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos	50	221A - 230B	20	86,5	Excelente

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS VALORES DE ICP			
x = Média			87,78
s = Desvio Padrão			10,51
n = 68	Dist. Normal	95% de confiança	z = 1,96
ICP (lim. inf.) = x-z.s			67,19
Conclusão	Subtrecho	Interv. de Placas	ICP
Dos 23 subtrechos inspecionados, 1 subtrecho apresentou valor de ICP abaixo do limite inferior	R. Anne Frank - R. Maestro Carlos Frank	21A - 30B	58,00

ICP. Este procedimento deve ser conforme as diretrizes da Norma DNIT 062/2004-PRO – Avaliação Objetiva de Pavimentos Rígidos.

A amostragem das placas para inspeção deve ser definida de acordo com as orientações da Norma DNIT 060/2004-PRO, mas, no estudo em questão, por opção dos autores, foi definido que a amostragem seria de 100% das placas dos trechos avaliados.

As seguintes fases fizeram parte da avaliação objetiva de pavimentos rígidos:

- Inspeção dos pavimentos de concreto;
- Análise dos dados obtidos em inspeção;
- Cálculo dos ICP's;
- Atribuição de conceitos; e
- Emissão de laudos.

A inspeção dos pavimentos de concreto, com objetivo

de avaliar as condições dos pavimentos dos diversos trechos que fazem parte do objeto deste estudo, foi realizada no início de 2011.

Os dados obtidos nas inspeções visuais de campo foram registrados em Fichas de Inspeção de cada amostra. Informações complementares foram acrescentadas caso a caso. A figura 1 apresenta um modelo de Ficha de Inspeção, em concordância com a norma DNIT 062/2004- PRO.

5. CÁLCULO DO ICP – RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES

Seguindo as diretrizes apontadas pela Norma, foram elaboradas Fichas de Inspeção para cada intervalo de 20 placas, dentro de seus respectivos subtrechos, obtendo-se para cada uma dessas fichas um valor de ICP. Na figura 2, apresentamos um exemplo de ficha resumo, com os valores finais da avaliação da Rua Anne Frank.

6. CONCLUSÃO

A aplicação da normatização atualmente vigente mostrou-se adequada para a execução desse estudo, pois utiliza parâmetros e definições coerentes e de fácil entendimento e utilização. O método utilizado se mostrou satisfatório, pois é específico para pavimentos de concreto e de fácil aplicação na avaliação das ruas.

Apresentando valores de ICP – Índice de Condição do Pavimento, com valores superiores a 87, todos os trechos foram classificados como excelentes. Considerando a vida útil de 20 anos para os pavimentos de concreto, o uso ininterrupto dos diversos trechos estudados e a quase nula manutenção realizada até o momen-

Tabela 4 – Resultados das avaliações das ruas – ICP e conceitos

Avenida / Rua	ICP	
	Valor	Conceito
Rua Presidente Faria	91,7	excelente
Av. Wenceslau Bráz	93,4	excelente
Av. das Indústrias	92,4	excelente
Rua Anne Frank	87,8	excelente
Rua Tem. Antonio Marques	90,4	excelente
Av. Afonso Camargo	94,2	excelente
Av. Mascarenhas de Moraes	90,8	excelente
Av. Santa Bernadethe	95,7	excelente

to da avaliação, podemos afirmar que a opção adotada pela Prefeitura de Curitiba, quando da implantação deste tipo de pavimento, foi acertada pelos seguintes pontos:

1. Manutenção muito pequena até o momento;
2. Vida útil do pavimento está sendo confirmada, com tendência de atender as especificações dos projetos;
3. Diminuição das interrupções do tráfego, com pouco ou quase nenhum transtorno aos usuários;
4. Diminuição dos custos de reconstrução de pavimentos, pela durabilidade apresentada pelos pavimentos de concreto avaliados.



Vista do pavimento de concreto da Av. Mascarenhas de Moraes

Referências Bibliográficas

- [01] CARVALHO, M.D.. Vantagens e competitividade dos pavimentos rígidos. Pós-Congresso Purdue sobre Projeto, Avaliação, Desempenho e Reabilitação Estrutural dos Pavimentos de Concreto. São Paulo, São Paulo, 1998.
- [02] DNIT 060/2004 – PRO. Pavimento rígido – Inspeção visual. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [03] DNIT 061/2004 – TER. Pavimento rígido – Defeitos – Terminologia. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [04] DNIT 062/2004 – PRO. Pavimento rígido – Avaliação objetiva. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [05] DNIT 063/2004 – PRO. Pavimento rígido – Avaliação subjetiva. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [06] DNIT. Manual de pavimentos rígidos. 2ª Edição. DNIT. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- [07] GIUBLIN, C.R., et al.. Inspeção e determinação do índice de Condição do Pavimento (ICP) para o pavimento rígido de concreto das estações-tubo da Avenida Sete de Setembro em Curitiba. 3º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, Ponta Grossa, Paraná, 2007.
- [08] GIUBLIN, C.R., et al.. Avaliação do Pavimento de Concreto da Avenida Iguazu em Curitiba. 52º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, Fortaleza, Ceará, 2010.
- [09] PITTA, M.R.. ET-97 Estudo Técnico de Dimensionamento de pavimentos rodoviários e urbanos de concreto pelo método da PCA/84, ABCP, São Paulo, São Paulo, 1992.
- [10] SOUZA, J.M., et al.. Determinação do índice de condição do pavimento da avenida dos trabalhadores em Curitiba, TCC-trabalho de final do curso de Patologias em Obras Cívicas, Instituto IDD, Curitiba, Paraná, 2011. ●

CIMENTO NACIONAL PERFORMANCE SUPERIOR PARA QUEM PROCURA QUALIDADE



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.

Figura 1 – Execução do *whitetopping* da Serra de São Vicente, em Mato Grosso, com vibroacabadora de fôrmas deslizantes: espalhamento e adensamento (a) e acabamento mecânico (b)



Vantagens e benefícios do *whitetopping* e do *inlay* na reabilitação de pavimentos

MARCOS DUTRA DE CARVALHO – ENGENHEIRO LÍDER ESPECIALISTA EM PAVIMENTAÇÃO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aumento considerável do volume de tráfego, das cargas por eixo e da quantidade e dos tipos de eixos por veículos traz aos gestores de redes viárias um desafio constante: reparar, recuperar, substituir ou aumentar a capacidade de carga de pavimentos já em certo estágio de degradação, sem provocar retenção do tráfego, desvios de rota e congestionamentos, que aumentam os custos de

operação dos veículos e do usuário, mais os custos sociais disso decorrentes.

A rodovia, na condição de modalidade de transporte mais utilizada no Brasil, foi o segmento mais afetado pelas acomodações sucessivas da economia à nova realidade decorrente das crises vividas pelo País nesses últimos quinze anos.

O Setor de Transportes é um capital social básico, sem o qual os setores de produção primária, secundária

ria e terciária não têm como operar e desenvolver-se satisfatoriamente.

Diante das dimensões territoriais e da imensa potencialidade agrícola, pecuária e industrial do País, é essencial equacionar a logística nacional de transportes para o escoamento dessa produção. Para que se possa fazer uma ideia da magnitude do problema: em 1993, a perda estimada da safra de 60 milhões de toneladas de grãos foi da ordem de 20%. Isso equivale a 100 bilhões de quilocalorias e 2,6 toneladas de proteínas, suficientes para alimentar, dentro dos limites recomendados pela FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – mais de 40 milhões de pessoas durante um ano inteiro, ou seja, uma população quase igual à da Região Nordeste.

Assim, a adequação e a durabilidade da pavimentação de nossas rodovias cumprem papel fundamental no sentido de minimizar essas perdas, reduzindo o Custo Brasil e garantindo segurança e conforto ao usuário. O mesmo se aplica aos pavimentos urbanos nas nossas cidades.

2. WHITETOPPING: O QUE É?

O *Whitetopping* é o recapeamento de pavimentos asfálticos com concreto de cimento portland. É a evolução do conceito de que o recapeamento dos pavimentos asfálticos somente possa ou deva ser feito usando-se materiais da mesma natureza que o da estrutura existente, isto é, misturas asfálticas.

A origem do termo refere-se à execução de camada de cor cinza claro (pavimento de concreto), com a função de

base e revestimento, a ser colocada sobre um revestimento asfáltico existente, de cor escura (“cobertura branca”).

Esta técnica, consagrada há anos nos Estados Unidos, já teve emprego muito bem sucedido no Brasil, na BR-290 (trecho Porto Alegre-Osório, sob concessão) e na rodovia SP-103/79, em São Paulo, quando de sua duplicação, aproveitando o pavimento asfáltico previamente existente. Recentemente, finalizou-se a execução do *whitetopping* da Serra de São Vicente, na BR 163/364, próximo a Cuiabá/MT.

A vantagem da técnica do *whitetopping*, além de reaproveitar toda a infraestrutura do pavimento existente, é o comportamento do pavimento restaurado quanto à sua durabilidade: idêntica a um pavimento de concreto novo, com expectativa de vida de serviço de 30 anos no mínimo, com mínimas necessidades de manutenção.

A solução em *whitetopping* ainda é vantajosa porque, com o emprego do concreto como revestimento e base, as camadas inferiores ficam sujeitas a esforços muito reduzidos em comparação a um pavimento asfáltico, o que garante sua preservação por longos anos.

O *whitetopping* tem entre suas peculiaridades o fato de ser colocado diretamente sobre a superfície do antigo pavimento, somente requerendo preparo prévio dessa quando patente um estágio avançado de deterioração funcional ou estrutural. Em qualquer situação, o pavimento asfáltico existente é considerado como uma excelente camada de fundação, incorporando-se estruturalmente ao *whitetopping*. Essa solução permite a recuperação estrutural do pavimento existente, evitando-se os procedimentos

Figura 2 – Serra de São Vicente: acabamento final com régua metálicas (a) e desempenadeiras metálicas de cabo longo (b)



Figura 3 – Serra de São Vicente: texturização manual (a) e cura química (b)



convencionais de reconstrução em extensões significativas, bem como os transtornos operacionais decorrentes da intervenção convencional, garantindo longa vida útil à nova estrutura de pavimentação.

O concreto empregado no *whitetopping* é o tradicionalmente usado em pavimentos rígidos, com resistência característica à tração na flexão ($f_{ctm,k}$), medida aos 28 dias, da ordem de 4,5 MPa.

3. INLAY: O QUE É?

O *whitetopping*, quando executado encaixado, recebe o nome de *inlay*, muito utilizado nos corredores de ônibus urbanos, em diversas cidades no Brasil, há muitos anos, tendo se mostrado como a melhor solução de engenharia para a reabilitação de pavimentos asfálticos existentes, tanto sob o aspecto técnico quanto econômico. Ressalta-se que só

na cidade de São Paulo mais de 140 km de corredores de ônibus já foram reabilitados com essa tecnologia.

4. VANTAGENS E BENEFÍCIOS

As vantagens e os benefícios da adoção do *whitetopping* e do *inlay* na reabilitação de pavimentos asfálticos enquadram-se em pelo menos sete categorias, que se interligam, a saber: economia, técnica e desempenho, construção, custo de iluminação pública e consumo energético, segurança e conforto de rolamento, ecologia e meio ambiente, e normatização, resumidas a seguir.

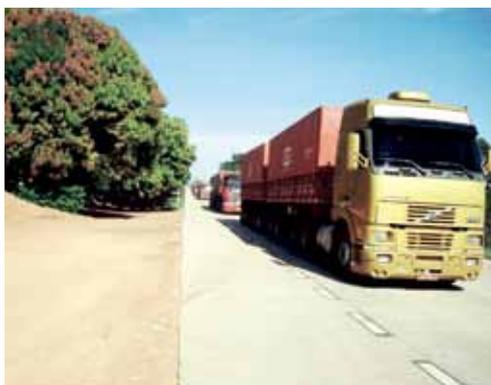
4.1 ECONOMIA

A análise comparativa da viabilidade técnica e econômica de projetos de pavimentos de concreto (rígidos) e

Figura 4 – *Inlay* da Av. Nove de Julho, em São Paulo/SP



Figura 5 – *Whitetopping* em serviço (Serra de São Vicente/MT)



asfálticos (flexíveis) tem comprovado que, a médio e longo prazo, os primeiros acarretam sempre menor custo anual, considerada a sua grande durabilidade e a desnecessidade de gastar recursos na sua manutenção, quando cotejados com quaisquer outros tipos de pavimentos, os quais requerem conservação contínua e rotineira, além de reforços estruturais periódicos, que envolvem grandes investimentos e tornam o seu custo de manutenção extremamente elevado.

A partir do final de 1973 e, depois, em 1979, a pesada evolução dos preços do petróleo – e conseqüentemente dos seus derivados, entre os quais os cimentos asfálticos de petróleo – alterou profundamente a estrutura de custos iniciais dos pavimentos asfálticos, fazendo com que hoje eles praticamente se nivelem aos dos pavimentos rígidos, principalmente para tráfegos de grande volume e cargas.

As altas nem tanto inesperadas dos preços do petróleo, como as que ocorreram nos últimos anos, reforçam a tese de que ficar à mercê desse insumo é perigoso. Por outro lado, os preços do cimento portland, principal insumo na fabricação do concreto para pavimento rígido e, por consequência, para o *whitetopping*, têm se mantido estáveis, tornando-o competitivo já no custo inicial de construção, quando comparado a soluções asfálticas tradicionais.

As paradas ou interrupções do tráfego causadas pelas operações de manutenção nos pavimentos produzem distúrbios e perdas de horas produtivas do usuário; o custo do usuário é maior nos pavimentos asfálticos, que exigem mais operações dessa natureza do que nos pavimentos de concreto.

Disso resulta que o custo final (ou seja, a soma do custo inicial da construção com o custo de manutenção e o custo do usuário) dos pavimentos de concreto é, em qualquer circunstância, inferior ao do asfáltico (Veja o artigo “Pavimento de concreto: uma escolha inteligente e sustentável – análise técnica e econômica”, publicado nesta edição).

Ressalta-se que o principal componente dos pavimentos de concreto, o cimento portland, é produto nacional e utiliza dois materiais básicos cuja abundância é indiscutível – o calcário e a argila. Além de ser nacional e usar preponderantemente matérias-primas copiosamente existentes na Natureza, o cimento portland brasileiro é hoje fabricado, graças ao esforço desenvolvido pela indústria do cimento, por processos que minimizam o consumo energético: em primeiro lugar, a substituição do sistema de fabricação por via úmida pelo de via seca; a seguir, a busca e a utilização de fontes alternativas de energia. Some-se a isso a preocupação com o aprimoramento do processo de produção, que levou a um dos menores consumos médios de energia para obtenção de cimento portland, hoje cerca de 60% menor do que a que se despendia em 1970.

Os pavimentos modernos de concreto têm pelo menos mais duas vantagens econômicas sobre outros tipos de pavimentos: economia de combustível e de material rodante.

Há pelo menos dois estudos idôneos que comprovam a economia de combustível. O primeiro foi desenvolvido para a Federal Highway Administration, dos EUA, pela equipe do Prof. John P. Zaniewski, da Universidade do Arizona, que concluiu pela economia de até 20% de

Figura 6 – Comparação das medidas de temperatura em locais com pavimento de concreto e de pavimento asfáltico



combustível para caminhões pesados trafegando em pavimentos de concreto, se comparado com a mesma frota utilizando pavimentos asfálticos, nas mesmas condições ambientais, de geometria da via e demais condições intervenientes (*Vehicle Operating Costs, Fuel Consumption, Pavement Type and Condition Factors, FHWA, 1989*). O outro foi publicado em 2000, pelo National Research Council of Canada, usando veículos pesados automatizados (para eliminar a influência da forma de dirigir do motorista), em condições extremas de clima, resultando uma média de economia de combustível de 11% em favor do pavimento de concreto, quando comparado ao consumo médio obtido em superfícies de pavimentos flexíveis (*National Research Council of Canada, Centre for Surface Transportation Technology: Effect of Pavement Surface on Fuel Consumption, Ottawa, Ontario, Agosto de 2000*).

Com respeito ao material rodante sabe-se que, quanto mais quente a superfície do pavimento, maior será o consumo e menor a vida útil dos pneumáticos dos veículos pesados. É notável em certas rodovias do Nordeste e Centro-Oeste o hábito de viagem de boa parte dos caminhoneiros, transitando somente à noite e recolhendo-se logo que a temperatura começa a elevar-se; as carcaças e pedaços de pneus nas pistas parecem

fazer parte da paisagem. Medições feitas às 3 horas da tarde numa região de São Paulo, também quente como a maior parte do Nordeste, mostraram diferença média de 20° C entre a superfície escura (logo, absorvente do calor) do revestimento asfáltico e a superfície clara do concreto (figura 6).

4.2 TÉCNICA E DESEMPENHO

É característica inerente de um pavimento de concreto a grande durabilidade, que se deve às pro-

Figura 7 – Pavimento de concreto da rodovia Itaipava – Teresópolis (BR 495), no Rio de Janeiro, em serviço há mais de 80 anos



priedades estruturais do material: elevada resistência mecânica e ao desgaste, e praticamente impermeável.

Há eloqüentes exemplos no País de pavimentos de concreto cujo comportamento excedeu até mesmo as previsões mais otimistas, como o pavimento de concreto da Serra de Itaipava - Teresópolis/RJ (BR 495), construído em 1928 e que encontra-se em serviço até hoje, há mais de 80 anos, conforme mostrado na Figura 7. Assim, necessita-se de muito menos manutenção, recuperação ou reabilitação nos pavimentos de concreto. Do ponto de vista do usuário, essa condição propicia uma superfície sempre apta a receber o tráfego, sem paralisações, desvios de rota e outras inconveniências. O concreto tem ainda como acabamento uma textura superficial que aumenta significativamente a segurança de rolamento em condições de superfície úmida, sem perda do conforto requerido pelo usuário.

4.3 CONSTRUÇÃO

Os equipamentos de fôrmas deslizantes de última geração, disponíveis no País, têm alto rendimento e produtividade, possibilitando a produção diária de grandes extensões de pista, com largura total, caracterizando grande rapidez de execução. Esse fato já foi comprovado em obras recentes aqui executadas e em execução. As obras do Rodoanel de São Paulo e da BR 101 NE, dentre outras, mostraram esse desempenho.

As vibroacabadoras de fôrmas deslizantes são alimentadas por usinas dosadoras e misturadoras, de grande porte, capazes de produzir mais de 100 metros cúbicos de concreto por hora.

Deve-se ressaltar ainda que o domínio brasileiro sobre a tecnologia de concreto é amplo e disseminado nas empresas construtoras.

Trabalhando em velocidade constante, sobre massa de concreto fresco de altura máxima controlada, e dispondo de um conjunto de vibradores de imersão de alta potência, alcança-se um desempenho ou acabamento superficial uniforme, atingindo-se excelentes índices de regularidade superficial.

O equipamento de fôrmas deslizantes é auxiliado por máquinas que, ao mesmo tempo em que dão a textura superficial adequada, aspergem o produto líquido de cura química, na taxa conveniente. Com isso, garante-se que o pavimento de concreto tenha uma superfície durável, antiderrapante, contínua e confortável.

4.4 SEGURANÇA E CONFORTO DE ROLAMENTO

A aderência entre os pneumáticos e a superfície do pavimento de concreto é favorecida pela existência das ranhuras artificiais, evitando hidroplanagem e proporcionando menor distância de freagem. Confor-

Figura 8 – Caso brasileiro e exemplo internacional da maior capacidade de reflexão de luz do pavimento de concreto (Rodovia Castello Branco/SP), publicado pela American Concrete Pavement Association (ACPA), dos EUA



me estudos disponíveis, em situações críticas, como superfície molhada e presença de trilhas de roda nos pavimentos asfálticos (note-se que os pavimentos de concreto nunca sofrem deformação plástica e, portanto, não formam trilhas de roda), um veículo de passeio, em velocidade de cruzeiro (por volta de 95 km/h), tem a distância de freagem reduzida em até 40%, quando trafegando em um pavimento de concreto, comparado ao pavimento asfáltico mencionado (R. L. Ruhl: *Safety Considerations of Rutted and Wash-boarded Asphalt Road*).

O conforto de rolamento é um fato indelével nos pavimentos modernos de concreto, pela excelente terminação superficial, pelas juntas de pequena abertura (cerca de 6 mm, serradas no concreto semiendurecido e em nível) e pelo trabalho dos sensores eletrônicos da pavimentadora quando do lançamento (distribuição e adensamento do concreto fresco).

4.5 ECONOMIA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E ENERGIA ELÉTRICA

O pavimento de concreto tem excelente capacidade de reflexão da luz, requerendo até 60% menos

iluminação em trechos urbanos, propiciando melhores condições de visibilidade ao motorista, aumentando a segurança de tráfego, principalmente à noite ou em condições climáticas adversas. As Figuras 8 e 9 ilustram esse fato.

4.6 ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE

A superfície clara do concreto contribui ainda para a redução da temperatura ambiente, minimizando os gastos com ar condicionado e reduzindo a poluição ambiental nas cidades, conforme demonstram os estudos desenvolvidos e publicados pelo "Heat Island Group", dos EUA, relacionados às "Cool Communities".

A influência benéfica do concreto é relatada ainda no artigo "Concrete roads may help cities reduce the heat", publicado pelo "The Salt Lake Tribune", dos EUA, em que mostra uma redução de até 14°C na temperatura medida na superfície do pavimento de concreto, em relação àquelas medidas na superfície de pavimentos de cor mais escura, valor esse similar aos já obtidos aqui no Brasil.

O pavimento de concreto é um aliado efetivo da proteção ambiental, por motivos diversos:

- Não aumenta a temperatura do ar (recebe o calor e o dissipa rapidamente, enquanto o asfalto o absorve e conserva); reduz a temperatura ambiente cerca de 5°C e a temperatura próxima à superfície de cerca de 14°C;
- É totalmente reciclável ao fim de sua vida útil;
- A estrutura do pavimento de concreto necessária para atender uma solicitação de tráfego é menor que a correspondente

Figura 9 – Exemplo de economia de iluminação pública e energia elétrica proporcionada pelo pavimento de concreto, publicado pela American Concrete Pavement Association (ACPA), dos EUA

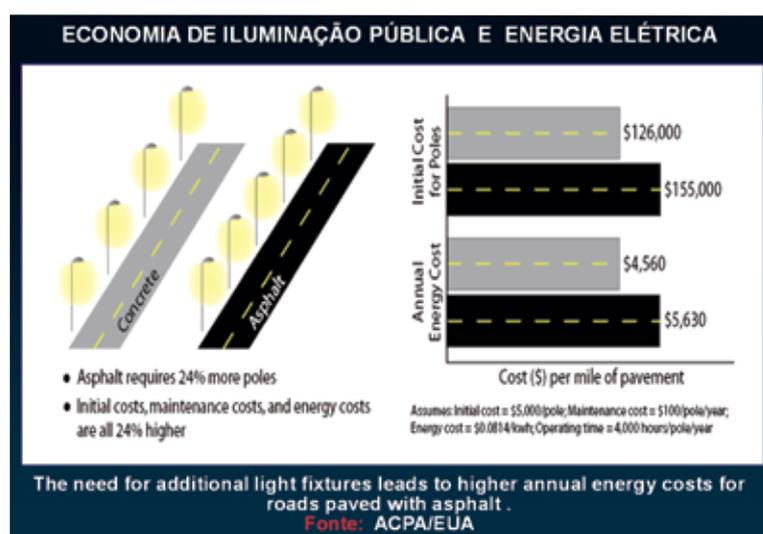


Tabela 1 – Economia potencial anual de combustíveis e emissões de gases de efeito estufa (CO₂, NO_x e SO₂) por veículo pesado do tipo reboque

Fuel savings (%)	Fuel saved [gal (l)]	Fuel cost saved (dollars)	Co ₂ [tons (metric tons)]	NO _x [lb (kg)]	So ₂ [lb (kg)]
Minimum: 0.80	145 (549)	\$145	1.66 (1.50)	37.2 (16.9)	4.80 (2.18)
Average: 3.85	700 (2,650)	\$2,100	8.06 (7.31)	182 (82.6)	23.0 (10.4)
Maximum: 6.90	1,250 (4,730)	\$3,760	14.4 (13.0)	327 (148)	41.3 (18.7)

Note: Co₂ = carbon dioxide equivalent (includes carbons dioxide, methane and nitrous oxide), NO_x = nitrogen oxides, So₂ = sulfur dioxide

em outra alternativa, resultando em menor agressão ao meio ambiente e menor consumo de agregados naturais a ser extraídos da natureza;

- A inexistência do fenômeno de lixiviação no concreto reforça a sua condição de ambientalmente amigável, pois não promove a ocorrência de águas percoladas capazes de contaminar o lençol freático ou de águas superficiais capazes de contaminar cursos d'água ou mananciais;
- O cimento portland, seu principal componente, agrega valor a subprodutos industriais que não teriam uso prático, senão de ser incorporado na fabricação do cimento, utilizando-os como substitutos de combustíveis (pneus inservíveis, óleos usados, solventes, graxas etc), substitutos de matéria-prima (areia de fundição, gesso etc) ou como adições (escórias de alto-forno, cinzas volantes de termelétricas, gesso sintético etc);
- A constante preocupação ambiental por parte da indústria cimenteira nacional, principalmente com a relação à redução de emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, mormente o CO₂, faz com que produza cimentos com adições, com substituição parcial de combustíveis fósseis

por combustíveis alternativos e, ainda, com um dos menores fatores clínquer/cimento do mundo (razão entre consumo de clínquer e produção de cimento), constituindo-se referência mundial nesse campo;

- O *whitetopping* permite significativa economia de combustível e redução na emissão de gases geradores do efeito estufa pela frota circulante, conforme mostrado no trabalho “*Green Highways – Environmentally and Economically Sustainable Concrete Pavements*”, da *American Concrete Pavement Association (ACPA)*, dos EUA, e ilustrado nas Tabelas 1 e 2.

4.7 NORMATIZAÇÃO

O emprego do *whitetopping* no nosso país é técnica consagrada de reabilitação de pavimentos asfálticos, haja vista os excelentes resultados obtidos com as obras já executadas, sendo a sua construção regida por procedimentos normatizados, conforme detalhado na norma DNIT 068/2004 – ES – Pavimento Rígido – Execução de camada superposta de concreto do tipo *whitetopping* por meio mecânico – Especificação de Serviço.

Tabela 2 – Economia anual de combustível e redução na emissão de gases geradores do efeito estufa proporcionadas por uma frota de 20.000 veículos por dia, sendo 15% de veículos pesados, do tipo reboque (Tractor-trailer), trafegando em uma rodovia pavimentada com concreto (*whitetopping* ou obra nova), com 100 km de extensão, conforme a ACPA/EUA

Fuel savings (%)	Fuel saved [gal (l)]	Fuel cost saved (dollars)	Co ₂ [tons (metric tons)]	NO _x [lb (kg)]	So ₂ [lb (kg)]
Minimum: 0.80	99,500 (377,00)	\$298,00	1,150 (1,040)	25,900 (11,700)	3,280 (1,490)
Average: 3.85	479,00 (1,810,000)	\$1,430,000	5,510 (5,000)	125,000 (56,700)	15,800 (7,170)
Maximum: 6.90	858,000 (3,250,000)	\$2,570,000	9,880 (8,960)	224,000 (102,000)	28,300 (12,800)

Note: Co₂ = carbon dioxide equivalent (includes carbons dioxide, methane and nitrous oxide), NO_x = nitrogen oxides, So₂ = sulfur dioxide

Figura 10 – *Inlay* da Av. Rebouças, em São Paulo/SP



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

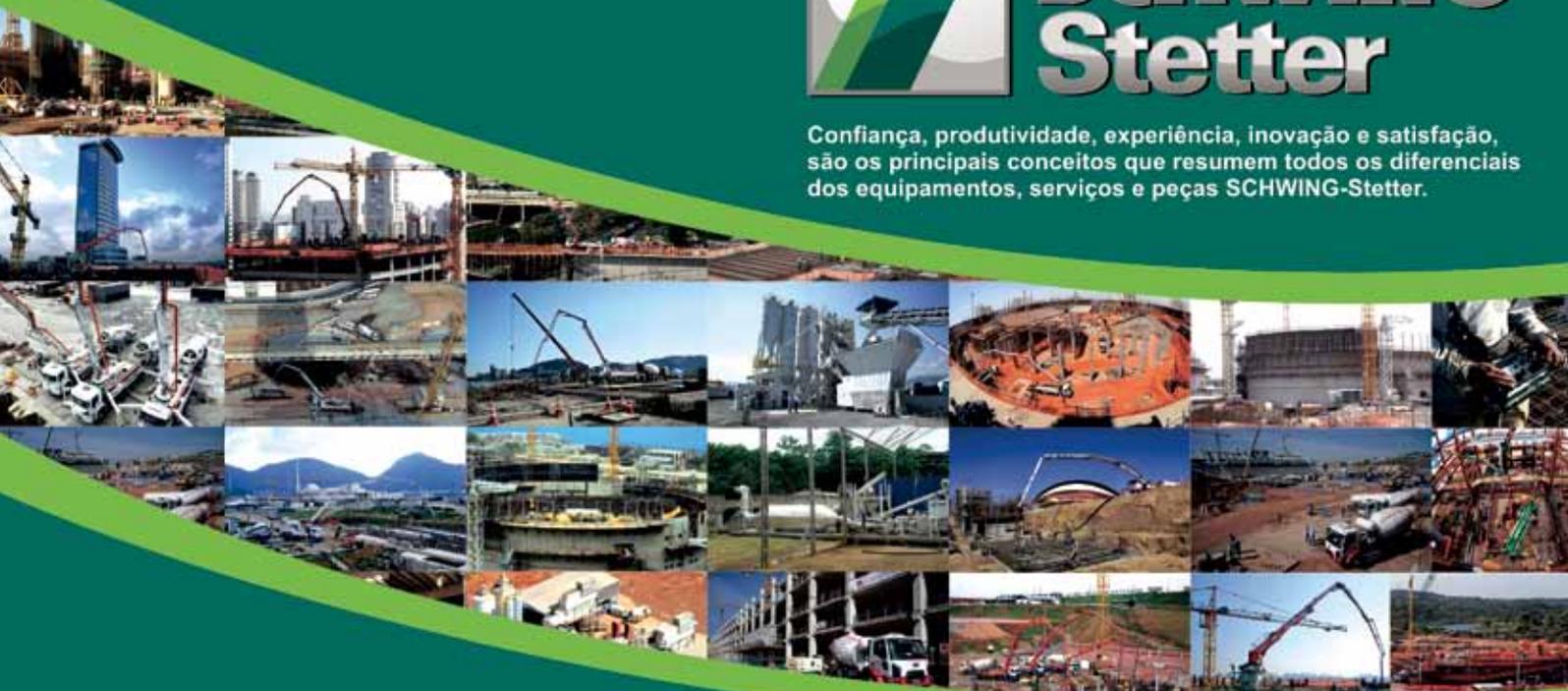
Em vista do exposto, vê-se que a tecnologia do *whitetopping* é uma excelente solução de engenharia para reabilitar a malha rodoviária nacional, tanto sob o aspecto técnico

e econômico, quanto o ambiental e de sustentabilidade, principalmente no caso de rodovias submetidas a tráfego intenso e pesado de veículos comerciais, em que as soluções tradicionais não cumprem o papel esperado. O mesmo se dá no caso do *inlay*, utilizado na reabilitação dos corredores de ônibus urbanos. ●



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

Portal dá dicas sobre escolha, execução e manutenção de calçadas

Muitas cidades brasileiras têm regulamentado a construção de calçadas, visando assegurar a livre circulação de pedestres, evitar acidentes e tornar o espaço público mais bonito e sociável. A Prefeitura de São Paulo, com o Programa Passeio Livre, determina para todo município a padronização e conservação de calçadas, penalizando com multas o proprietário de imóvel, comercial ou residencial, com calçadas em situação irregular ou em mau estado de conservação.

Informações e dicas importantes sobre a escolha, execução e manutenção de pisos apropriados para garantir,

para o pedestre, a acessibilidade, o conforto e a segurança e, para o proprietário, o retorno do investimento em termos de bom desempenho ao tráfego, fácil manutenção e durabilidade, podem ser obtidas no portal “Soluções para Cidades” (www.solucoesparacidades.org.br). O Projeto é coordenado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que apoia os gestores públicos nas áreas de habitação, saneamento e mobilidade urbana.

Ao navegar no portal são encontradas informações úteis sobre as especificações técnicas, as vantagens de utilização, as características técnicas, as normas aplicáveis e o passo a passo da execução de quatro tipos

de pavimentos à base de cimento, recomendados pelo Programa Passeio Livre da Prefeitura de São Paulo, que serviu de modelo para outras iniciativas municipais pelo país.

“Os pavimentos à base de cimento são recomendados para o uso em calçadas por proporcionar segurança, resistência e durabilidade. Levando-se em consideração o tipo de via na qual o passeio público está localizado, pode-se utilizar quatro tipos de

Figura 1 – Concreto convencional no calçadão da Av. Paulista



Figura 2 – Concreto estampado do calçadão da orla marítima de São Vicente



Figura 3 – Ladrilho hidráulico no calçadão da Av. Domingos de Moraes



pisos: pavimento intertravado, placas pré-moldadas de concreto, concreto moldado *in loco* e ladrilho hidráulico”, destaca

Erika Mota, coordenadora do programa “Soluções para Cidades”.

Dentre as informações contidas no portal sobre esses pisos, destacam-se:

1. PAVIMENTO INTERTRAVADO

Sistema composto por blocos de concreto pré-fabricados, assentados sobre colchão de areia e travados por contenção lateral e atrito entre as peças, o pavimento intertravado proporciona liberação imediata ao tráfego e fácil manutenção. Dispensa mão de obra especializada,

permite a remoção e reaproveitamento das peças e confere beleza ao entorno com sua diversidade de cores e formatos.

Figura 4 – Pavimento intertravado em calçadão em Belo Horizonte



2. PLACAS DE CONCRETO

Assentadas sobre uma camada de apoio, que pode ser de argamassa (sistema aderido) ou de material granular (sistema flutuante), as placas de concreto possuem superfície antiderapante e sem relevos ou relevos irregulares,

Figura 5 – Placas de concreto nas calçadas da Rua Oscar Freire



que oferece segurança e conforto de rolamento, sendo recomendadas em vias locais, coletoras e estruturais.

3. LADRILHO HIDRÁULICO

Sistema bastante tradicional, o ladrilho hidráulico é uma placa de concreto de alta resistência ao desgaste, assentada com argamassa sobre base de concreto,

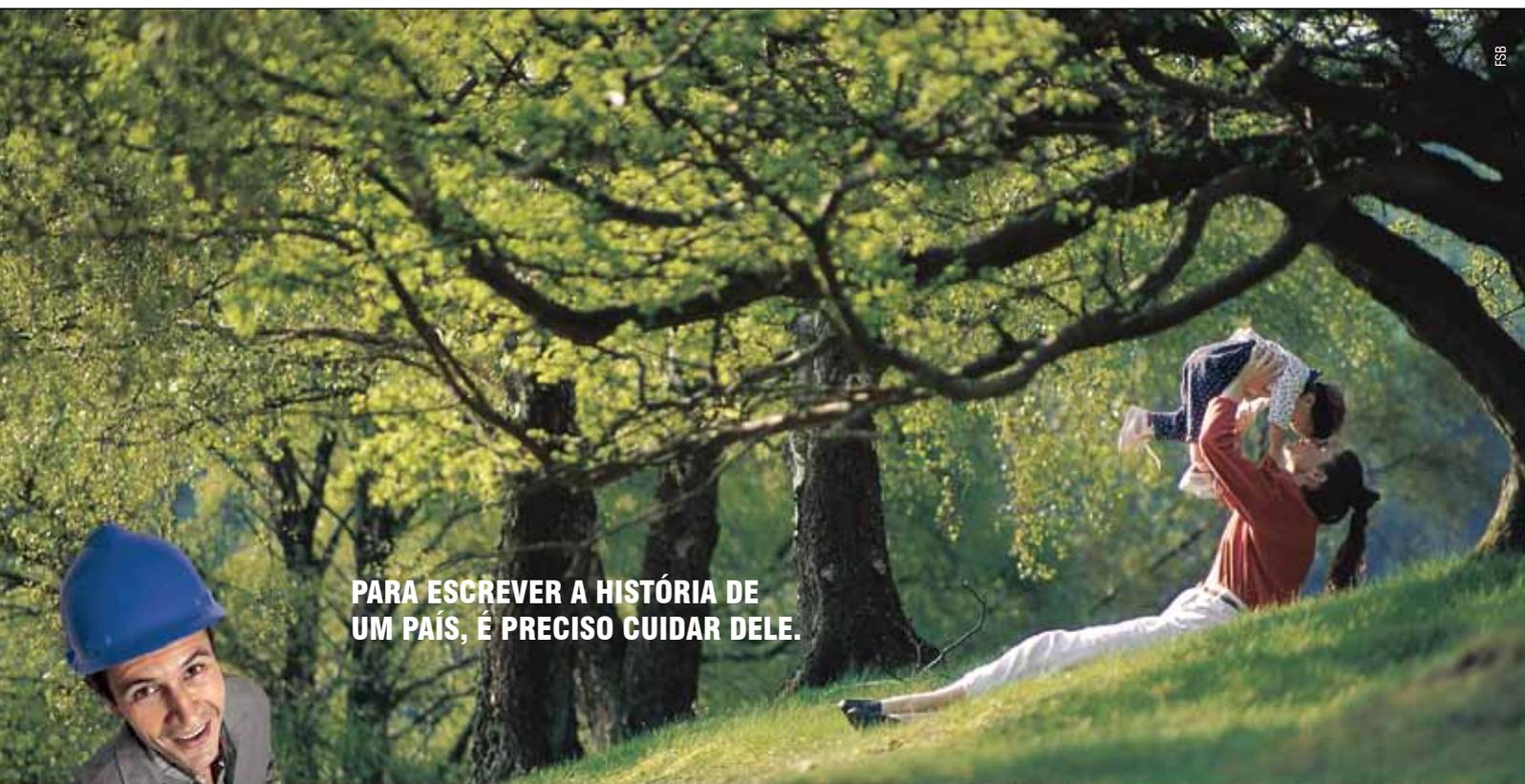
destinado ao tráfego de pedestres ou veículos. Oferece acabamento superficial com diversas texturas e cores.

4. CONCRETO MOLDADO NO LOCAL

Solução bastante conhecida da população com seu acabamento liso, pode ser incrementada com texturas e formas (concreto estampado), com a vantagem do tratamento superficial

ser realizado conjuntamente com a concretagem do pavimento. A liberação ao tráfego ocorre de 24 a 48 horas após a concretagem.

Mais informações sobre os pavimentos à base de cimento para calçadas, ciclovias e vias de tráfego de veículos, consulte: www.solucoesparacidades.org.br . ●



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.

Procedimentos de avaliação e aceitação de pavimentos de concreto com o Perfilógrafo Califórnia

MARCOS DUTRA DE CARVALHO – ENGENHEIRO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

1. INTRODUÇÃO

A segurança e o conforto de rolamento que um pavimento proporciona – objetivos básicos de sua própria existência – estão intimamente ligados à suavidade que a superfície apresenta, ou seja, são inversamente proporcionais ao grau de irregularidade dessa superfície. Portanto, independentemente do tipo de pavimento, flexível ou rígido, é necessário que se garanta à estrutura um valor mínimo de regularidade

superficial, avaliada pela irregularidade longitudinal da superfície, uma vez que esse parâmetro tem influência direta não só na segurança e conforto de rolamento, como também no custo operacional dos veículos, na serventia e na vida de serviço do pavimento.

Objetivando a verificação da irregularidade longitudinal dos pavimentos de concreto recém-executados, a Associação Brasileira de Cimento Portland disponibilizou ao meio técnico um equipamento desenvolvido especificamente para esse fim, denomina-

Figura 1 - Perfilógrafo Califórnia



Figura 2 – Roda sensora (à esquerda) e computador (à direita)



do *Perfilógrafo Califórnia*, sendo esse o equipamento indicado e especificado no Guia de Construções da AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), desde 1988 até a última edição de 2008, para esse tipo de avaliação.

Esse equipamento pode ser utilizado poucas horas após o término da concretagem (entre 6 e 8 horas), logo que o concreto obtenha resistência tal que o acabamento superficial não fique prejudicado, tornando-se uma ferramenta poderosa para o balizamento e o monitoramento dos equipamentos e dos processos de construção adotados em cada obra.

Ressalta-se que o emprego do Perfilógrafo Califórnia já foi incorporado a algumas das principais normas brasileiras de execução de pavimentos de concreto, como se verá adiante.

2. CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO

O Perfilógrafo Califórnia é uma estrutura rolante que mede os desvios verticais de uma dada superfície, em relação a um plano de referência móvel de 7,62 m de comprimento (Ver Figura 1).

O sistema computadorizado permite excluir singularidades e anotar referências que facilitem a identificação dos pontos de medição, além de emitir relatórios com a identificação do perfil, a locação de pontos defeituosos e, principalmente, o valor do Índice de Perfil, para cada sub-trecho de 100 m de

extensão e no trecho total que se está avaliando.

A irregularidade longitudinal do pavimento é determinada pela utilização ou operação do perfilógrafo sobre cada faixa de tráfego. A força motriz pode ser manual ou proveniente de unidade propulsora acoplada ao conjunto, como mostra a Figura 4. O perfilógrafo deve ser movido longitudinalmente ao longo do pavimento numa velocidade não superior a 5,0 km/h, para minimizar saltos. Os perfis dos pavimentos e os valores de Índice de Perfil são obtidos nas trilhas de roda internas e externas, de cada faixa de tráfego, a uma distância de 90 cm das bordas e paralelamente a elas.

As informações geradas pelo Perfilógrafo Califórnia permitem a identificação de depressões e ondulações significantes que devem ser corrigidas de forma a aumentar o conforto de rolamento. Esses pontos são marcados no traçado dos perfis do pavimento e listados num relatório resumo para facilitar posterior identificação.

O sistema computadorizado processa os perfis obtidos, gerando uma medida de irregularidade longitudinal do pavimento denominada Índice de Perfil (IP). O Índice de Perfil é obtido a partir da soma dos valores absolutos dos desvios (picos e depressões) que excedem os limites de uma faixa neutra (*blanking band*), de largura adotada igual a 5 mm, sendo o seu valor expresso em milímetros por quilômetro (mm/km). Critérios subjetivos de conforto de rolamento podem ser relacionados ao Índice de Perfil, facilitando

a comparação e a análise da regularidade superficial dos pavimentos.

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A irregularidade longitudinal do pavimento é determinada pelo Perfilógrafo Califórnia, em cada faixa de tráfego, nas trilhas internas e externas, e é expressa pelo Índice de Perfil (IP).

Os perfis dos pavimentos são obtidos a 90 cm

de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos construídos com 3,65 m de largura ou menos. Para pavimentos construídos com larguras maiores do que 3,65 m, o perfil é obtido a 90 cm de cada borda ou junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas. O levantamento do perfil é interrompido ou terminado a 4,5 m de cada aproximação de pavimentos de pontes ou pavimentos existentes.

A norma brasileira do Departamento Nacional de In-

Figura 3 – Traçado do perfil do pavimento

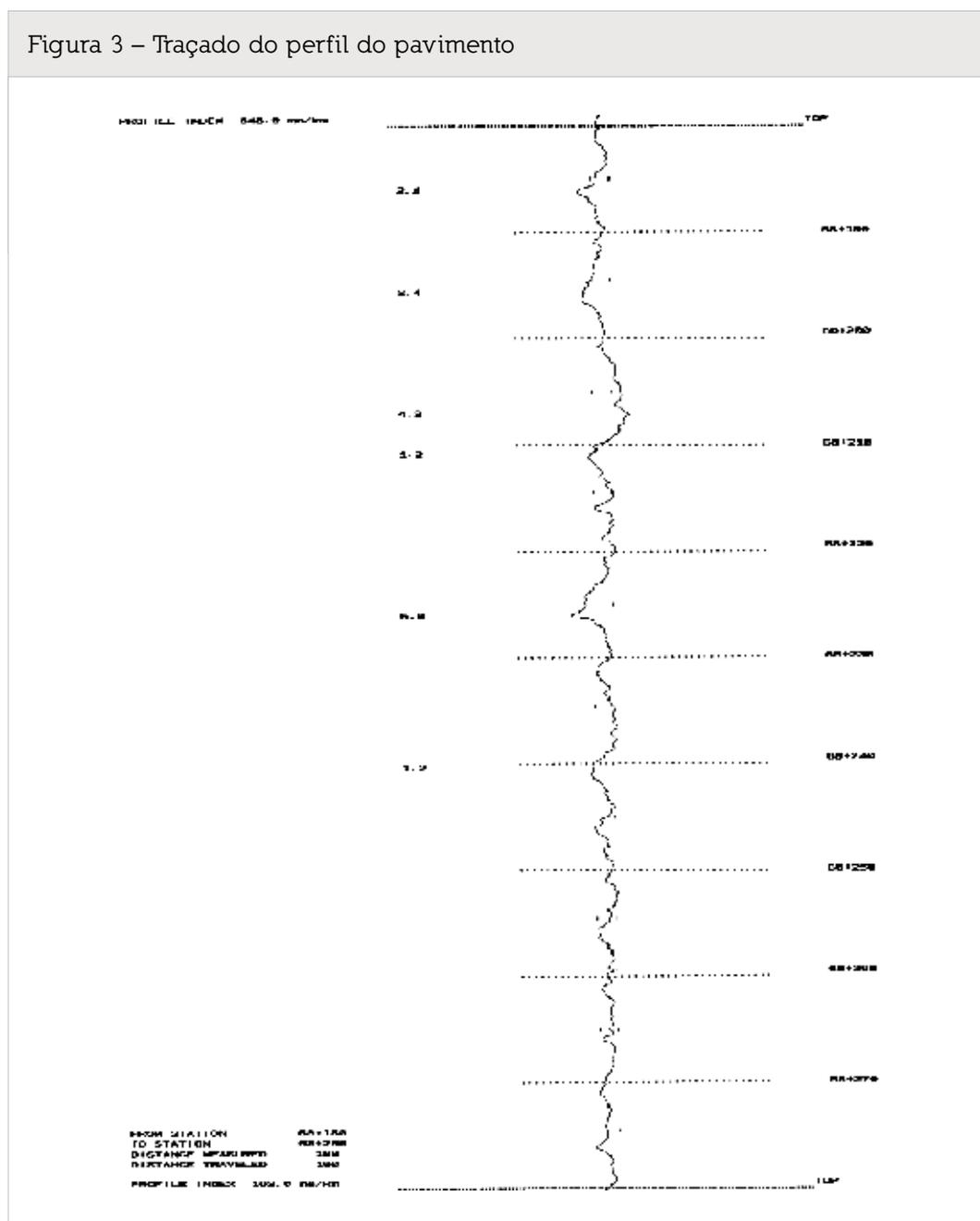


Figura 4 – Operação com unidade propulsora



fraestrutura de Transportes - DNIT 049 - Execução de pavimento rígido com fôrma deslizante - Especificação de serviço, ora em consulta pública de revisão, em seu Anexo A, consolida e detalha o procedimento de avaliação e aceitação dos pavimentos de concreto, quanto à irregularidade longitudinal, por meio do Perfilógrafo Califórnia, fixando em 240 mm/km o valor máximo aceitável por lote de inspeção.

Também a norma DER SP - ET - DE - P00/039 - Pavimento de concreto de cimento portland aplicado com fôrmas deslizantes, do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER SP), contempla o emprego do Perfilógrafo Califórnia, estabelecendo o mesmo limite máximo de 240 mm/km para a aceitação do lote de inspeção.

Essas normas estabelecem que, caso o valor máximo admissível de 240 mm/km seja ultrapassado, medidas corretivas serão necessárias.

As medidas corretivas vão desde a fresagem localizada da superfície do pavimento, com o emprego de pequenas fresadoras, até o emprego de equipamentos de grande porte, que promovem a microfresagem ou o micronivelamento do concreto, internacionalmente conhecido como *Diamond Grinding* ou *Cepillado*. Depois de feitas as correções necessárias, o trecho é novamente avaliado com o perfilógrafo, de modo a confirmar o seu enquadramento nas exigências normativas.

As normas DNIT 049 e DER SP P00/039 estabelecem que: *“As correções devem ser feitas utilizando-se aparelhos de corte aprovados pela Fiscalização. Marteleiros ou outros equipamentos de impacto não devem ser permitidos. Os trabalhos de correção devem ser feitos por conta do contratado”*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dispõe-se hoje de um equipamento eficaz para a avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos rígidos, quando da sua construção. O equipamento permite que se façam os ajustes necessários nos procedimentos de execução, de modo que se obtenha o nível de conforto adequado ao tipo de via ou rodovia em questão e às necessidades dos usuários.

A experiência de campo tem mostrado que a regularidade longitudinal está diretamente ligada à uniformidade da execução, ou seja, quanto mais uniforme é

Figura 5 – Perfilógrafo Califórnia em operação na rodovia BR 101 NE (a) e no Rodoanel Metropolitano de São Paulo – Trecho Sul (b)

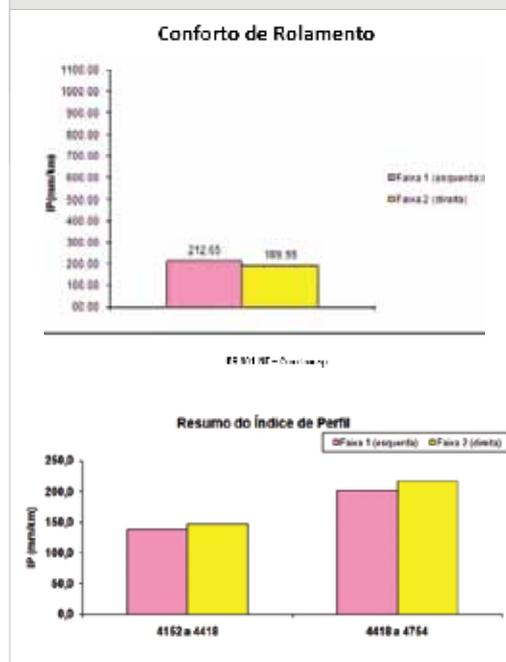


a execução, mais regular e confortável é o pavimento; portanto, é necessário que a execução seja conduzida sem paradas da vibroacabadora de fôrmas deslizantes e que o concreto lançado seja o mais uniforme possível. O projeto e a execução de plataformas estáveis para a operação da vibroacabadora é fundamental para a garantia de regularidade longitudinal.

Também, deve ser dada atenção especial às juntas transversais de construção; estas devem ser executadas com esmero e com todo o cuidado possível, com o emprego de réguas (rodos de corte) e desempenadeiras metálicas (*floats*), de modo que não ocorram os indesejados ressaltos e depressões na superfície do concreto, que elevam o Índice de Perfil medido e reduzem significativamente o conforto de rolamento do pavimento acabado.

A título de ilustração, a Figura 5 mostra a operação do Perfilógrafo Califórnia em obras executadas recentemente no Brasil. ●

Figura 6 – Resultados de Índice de Perfil (ÍP), em obras executadas no Brasil



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.**





Uma das mais extensas rodovias de concreto em execução no mundo

RONALDO VIZZONI – GERENTE NACIONAL DE INFRAESTRUTURA
MARCOS DUTRA DE CARVALHO – LÍDER ESPECIALISTA EM PAVIMENTAÇÃO
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP

O programa da BR 101-NE prevê a duplicação da rodovia, em toda sua extensão, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, ou seja, desde Natal até Salvador e Feira de Santana, com pavimento de concreto simples, tornando-se uma das maiores

rodovias de concreto em execução no mundo, com aproximadamente 1.000 km de extensão (Figura 1).

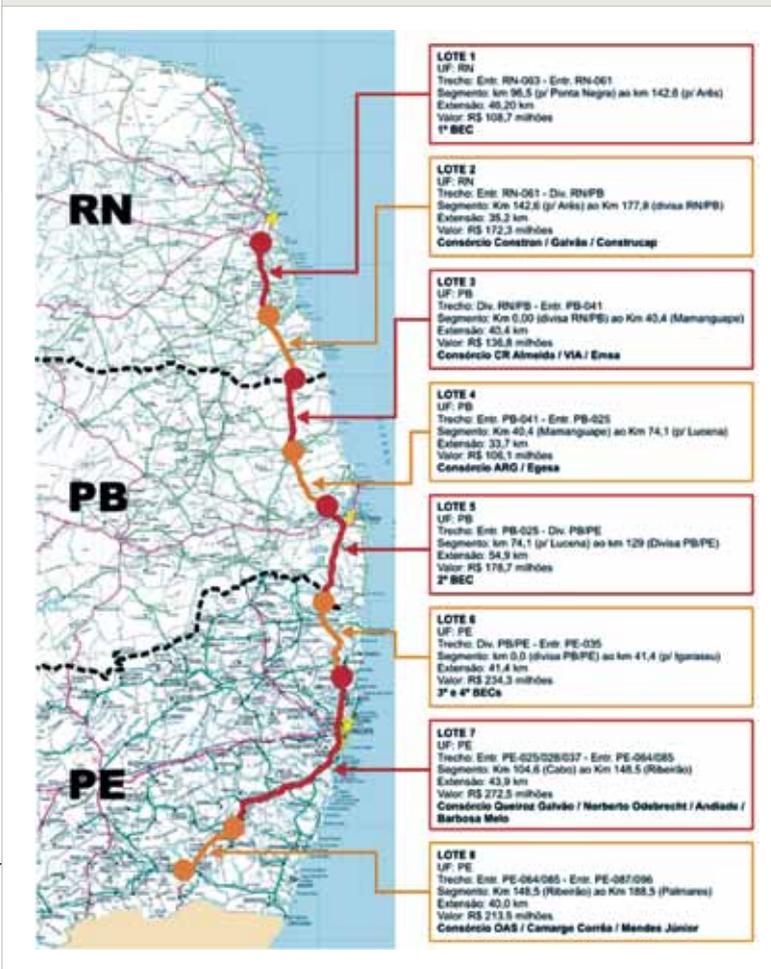
Além de permitir a circulação de produtos adequadamente, a duplicação da BR 101 – NE promoverá uma melhora significativa na segurança para os usuários, visto que era considerada uma das mais perigosas rodovias brasilei-

ras, e aumentará substancialmente o turismo local entre os estados, criando polos de desenvolvimento hoteleiro e de comércio em geral.

Figura 1 – Mapa ilustrativo da rodovia



Figura 2 – Mapa ilustrativo do primeiro trecho



O projeto foi dividido em 2 trechos: o primeiro, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco; e o segundo trecho, nos estados de Alagoas, Sergipe e Bahia.

1. PRIMEIRO TRECHO (RN, PB E PE)

O primeiro trecho, com extensão total de 392 km, que já está em operação, foi dividido em 9 lotes (Figura 2).

CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DO PRIMEIRO TRECHO

Lote 1

- Extensão: 46,2 km
- UF: RN
- Projeto: ATP
- Execução: Exército Brasileiro
- Equipamento: CMI 3004

Lote 2

- Extensão: 35,2 km
- UF: RN
- Projeto: ATP
- Execução: Constran, Galvão e Construcap
- Equipamento: GOMACO 2600

Lote 3

- Extensão: 40,4 km
- UF: PB
- Projeto: ASTEP
- Execução: CR Almeida, Via e EMSA
- Equipamento: BIDWELL 5000

Lote 4

- Extensão: 33,7 km
- UF: PB
- Projeto: MAGNA
- Execução: ARG E EGESSA
- Equipamento: WIRTGEN 850

Lote 5

- Extensão: 54,9 km
- UF: PB
- Projeto: DYNATEST
- Execução: Exército Brasileiro
- Equipamento: WIRTGEN 850

Figuras 3 e 4 – Lançamento do trecho I com a presença do então presidente da República, Luís Inácio Lula da Silva, e da governadora do Rio Grande do Norte, Wilma de Farias



CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DO PRIMEIRO TRECHO

Lote 6

- Extensão: 44,4 km
- UF: PE
- Projeto: CONTECNICA E MAIA MELO
- Execução: Exército Brasileiro
- Equipamento: CMI 3004

Lote 7

- Extensão: 43,9 Km
- UF: PE
- Projeto: JBR
- Execução: Queiroz, CNO, e Andrade
- Equipamento: GOMACO 2600

Lote 8

- Extensão: 40,0 km
- UF: PE
- Projeto: SEPLANE
- Execução: OAS, Camargo e Mendes Jr.
- Equipamento: CMI 3002

Lote 9 – Contorno do Recife (Figura 3)

- Extensão: 56,2 km
- UF: PE
- Projeto: ATP
- Execução: Não definido
- Equipamento: Não definido

Figuras 5 a 8 – Rodovia em operação



2. SEGUNDO TRECHO (AL, SE E BA)

A principal alteração no projeto da BR 101 NE (AL, SE e BA) neste segundo trecho foi a adoção de acostamento de concreto ao longo de toda sua extensão, facilitando a execução do concreto, uma vez que os equipamentos têm capacidade de executar a totalidade da plataforma ao mesmo tempo.

Nota-se, também, a melhora sensível no conforto de rolamento dos novos lotes, fruto da evolução no domínio da técnica de execução do pavimento de con-

creto pelos construtores e reflexo também da aquisição de equipamentos de última geração. Esses equipamentos permitem que se execute toda a plataforma numa única passada, alimentados por usinas de grande porte; desta forma, eliminam-se as paradas indesejáveis, melhorando o conforto de rolamento.

Atualmente, estão sendo executados os lotes de Alagoas e Sergipe, numa extensão de pouco mais de 430 km (248 km em Alagoas e 186 km em Sergipe). O trecho baiano, com extensão aproximada de 230 km, ainda não foi licitado.

CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE ALAGOAS

Lote 1

- Extensão: 46,35 km
- UF: AL
- Projeto: CENTRAN/ATP
- Execução: OAS Mendes Jr.
- Equipamento: CMI 3002 e Wirtgen SP 850

Lote 2

- Extensão: 45,86 km
- UF: AL
- Projeto: CENTRAN/ATP
- Execução: Nova Licitação
- Equipamento: Nova Licitação

Lote 3

Extensão: 47,11 km
 UF: AL
 Projeto: CENTRAN/ATP
 Execução: Barbosa Melo, Fidens e Convap
 Equipamento: WIRTGEN 850 e CMI SP

Lote 4

- Extensão: 31,0 km
- UF: AL
- Projeto: CENTRAN/ATP
- Execução: Barbosa Melo, Fidens e Convap
- Equipamento: WIRTGEN 850 e CMI SP

Lote 5

- Extensão: 42,0 km
- UF: AL
- Projeto: CENTRAN/ATP
- Execução: Ivai, Tork, Via e Constran
- Equipamento: CMI 3004

Lote 6

- Extensão: 36,20 km
- UF: AL
 - Projeto: CENTRAN/ATP
 - Execução: CR. ALMEIDA e S.A. Paulista
 - Equipamento: GOMACO 2600

CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SERGIPE

Lote 1

- Extensão: 40,0 km
- UF: SE
- Projeto: CONSOL
- Execução: EGESA e ENSA
- Equipamento: Wirtgen 850

Lote 2

- Extensão: 33,0 km
- UF: SE
- Projeto: CONSOL
- Execução: Exército Brasileiro
- Equipamento: Wirtgen 850

Lote 3

- Extensão: 30,0 km
- UF: SE
- Projeto: ENGESUR
- Execução: Queiroz e Delta
- Equipamento: GOMACO 1200

Lote 4

- Extensão: 30,0 km
- UF: SE
- Projeto: ENGESUR
- Execução: Queiroz e Delta
- Equipamento: WIRTGEN 1200

Lote 5

- Extensão: 53,0 km
- UF: SE
- Projeto: CONSOL e ENGESUR
- Execução: Não Licitado,
- Equipamento: Não Licitado

O Lote 5, de Sergipe, será licitado junto com os lotes da Bahia.



3. CONCLUSÃO

A qualidade e a grandiosidade dessa obra colocam a BR 101 NE (AL e SE) como uma rodovia de pavimento de concreto de alto padrão nacional e internacional, tanto com relação à durabilidade da estrutura e à segurança do usuário, quanto ao conforto de rolamento da pista, visto

que nela estão sendo empregadas as mais modernas técnicas de execução e de controle tecnológico de pavimentos de concreto.

Com isso, os usuários certamente trafegarão por uma estrada moderna, segura, de pouca manutenção e sustentável, por muitos anos. ●

Figuras 9 e 10 – Equipamentos de última geração utilizados no trecho 2



Vibroacabadora Wirtgen SP 1200

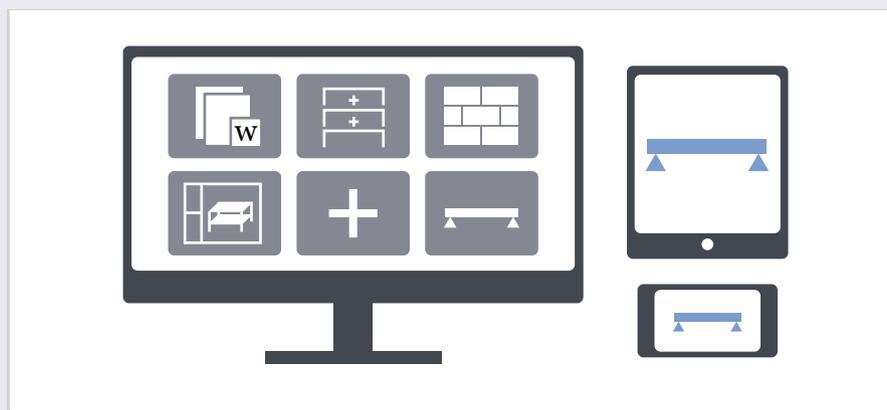


Texturizadora e aplicadora de Cura Wirtgen

CAD/TQS 17

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

Mais intuitivo, produtivo, refinado e com mobilidade.



Avaliação experimental do concreto armado de alta resistência submetido a elevadas temperaturas

CARLOS BRITZ – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PAULO HELENE – PROFESSOR TITULAR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PHD ENGENHARIA

PEDRO BILESKY – LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

ANTONIO BERTO – LABORATÓRIO DE SEGURANÇA AO FOGO

CETAC DO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, o Brasil se destacou no cenário internacional quando apresentou recorde em concreto de alta resistência, colorido, HSCC, empregado em vários tramos de pilares do edifício *e-Tower*, na cidade de São Paulo, região sudeste do país.¹ Na época da construção do edifício *e-Tower*, em 2002, três réplicas dos pilares reais foram construídas a título de protótipos no pátio do laboratório da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo EPUSP (Fig. 1), para futuros ensaios de desempenho mecânico, de durabilidade e de simulação de incêndio.

Apesar do grande avanço mundial na área de pesquisa e tecnologia do concreto de alta resistência em situação de incêndio, ainda persiste a ideia, inclusive no Brasil, de que este tipo de material pode apresentar comportamento desfavorável quando submetido a elevadas temperaturas.²

Britz³ destaca que diversos pesquisadores em extensos programas experimentais já contestaram esse fato, apontando que a geometria, o tamanho da seção transversal e a taxa e configuração das armaduras são fatores fundamentais para uma correta avaliação do desempenho frente a fogo, principalmente quanto ao fenômeno de “*spalling*” (ou deslocamento) tipo explosivo do concreto de alta resistência. Khoury⁴, a *fib* Bulletin n^o 38⁵ e Kodur⁶ observaram, ainda, que fatores, como a idade da amostra e o tipo de agregado graúdo utilizado no concreto, têm relevância significativa no comportamento do material em situação de incêndio e devem ser adequadamente considerados na análise dos danos efetivos do concreto.

2. RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Ressalta-se como interessante nessa pesquisa a



Figura 1 – (a) Edifício e-Tower, 162m de altura; e (b) réplica protótipo do pilar de concreto colorido de alta resistência, HSCC moldado na parte externa do laboratório da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil



idade avançada do concreto envelhecido naturalmente ao ambiente agressivo local (8 anos), bem como a natureza litológica do agregado graúdo, que foi basalto. A maioria das pesquisas utiliza agregados de natureza calcária ou granítica. Além disso, esta pesquisa apresenta também a importante contribuição da pigmentação inorgânica do concreto, com uso de óxido de ferro (Fe_2O_3), como recurso útil na avaliação do concreto pós-incêndio através da mudança de cor do concreto colorido (pigmentado).

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

3.1 CONDIÇÕES DO PILAR PROTÓTIPO

PRECEDENTEMENTE AO ENSAIO DE SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO

Os três pilares protótipos foram concebidos sob as mesmas condições dos pilares da estrutura existente do edifício *e-Tower*, com uso de fôrma de madeira, sem quaisquer procedimentos especiais de cura e com o mesmo

Figura 2 – Indicação do corte na base do protótipo, extração do testemunho e detalhe da amostra remanescente após o corte

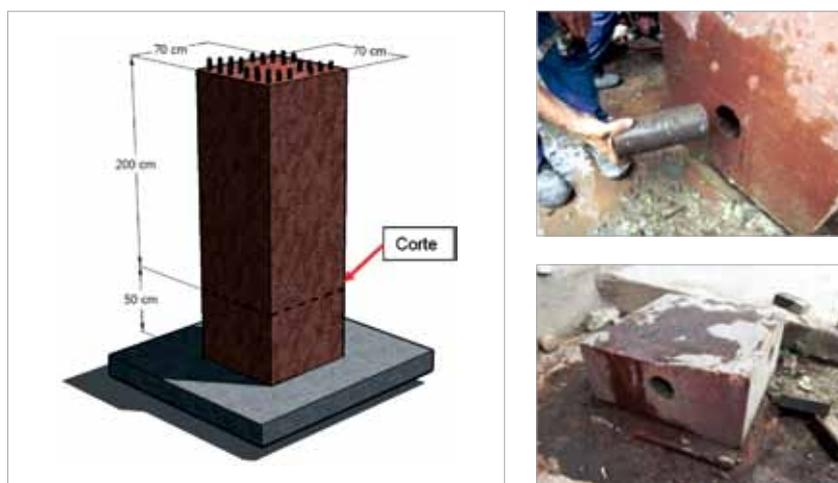


Tabela 1 – Dosagem do concreto colorido de alta resistência (HSCC)

Materiais	Quantidades por m ³
Cimento (CP V - ARI + escória)	460kg cimento + 163kg escória
Sílica ativa ou metacaulim	93kg (15%)
Agregado miúdo (quartzo)	550kg
Agregado Graúdo (basalto)	1027kg
Pigmento inorgânico (óxido de ferro)	25kg (4%)
Aditivo superplastificante (polycarboxilato)	6,2kg (1%)
Aditivo estabilizador de hidratação	3,2kg (0,5%)
Água	135kg
Relação água-materiais cimentícios	0,19 (kg/kg)

concreto e operações de lançamento e de adensamento, inclusive destaca-se que o concreto lançado nos protótipos foi procedente de caminhões betoneira da mesma usina de concreto responsável pelo fornecimento na obra, que, na época, foram estrategicamente desviados da obra durante as atividades normais de concretagem.

Durante oito anos, as réplicas dos pilares do edifício *e-Tower* permaneceram expostas às condições de exposição natural ao ambiente agressivo de São Paulo (atmosfera industrial e urbana; coordenadas: 23°32'S / 46°37'W e clima subtropical, tipo *Cfa*, segundo a classificação universal consagrada de *Köppen-Geiger*), sem quaisquer cuidados adicionais, tratamentos corretivos ou proteções superficiais.

3.2 MATERIAIS

No início de 2010, precedente ao programa experimental, foram extraídos testemunhos cilíndricos na região da

base de um dos pilares protótipos, em uma parte previamente planejada para se tornar remanescente (Fig. 2). Estes testemunhos foram rompidos e forneceram uma resistência característica à compressão de $f_{c,8anos}$ de 140MPa, superior à resistência à compressão obtida durante os moldados em 2002, de $f_{cm,28días} = 125MPa$.¹ A dosagem original deste concreto colorido de alta resistência aplicado no edifício *e-Tower* e replicada no pilar protótipo pode ser observada na Tabela 1.

3.3 SEÇÃO TRANSVERSAL

A seção transversal quadrada do pilar protótipo foi de 700mm x 700mm, sem variação ao longo de 2000mm de altura. A amostra possuía cobrimento com espessura média de 25mm, armadura longitudinal de $\phi = 16mm$ e armadura transversal (estribos), a cada 100mm, de $\phi = 8mm$, ambas em aço tipo CA 50 (tensão de escoamento 500MPa), conforme configuração apresentada na Fig. 3.

Figura 3 – Detalhe da configuração da armadura do pilar protótipo ensaiado

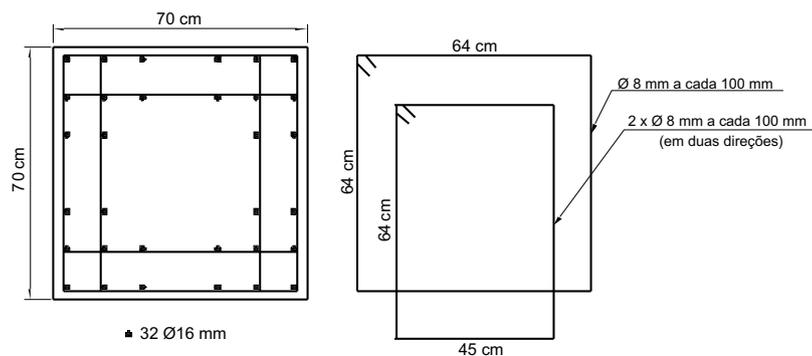
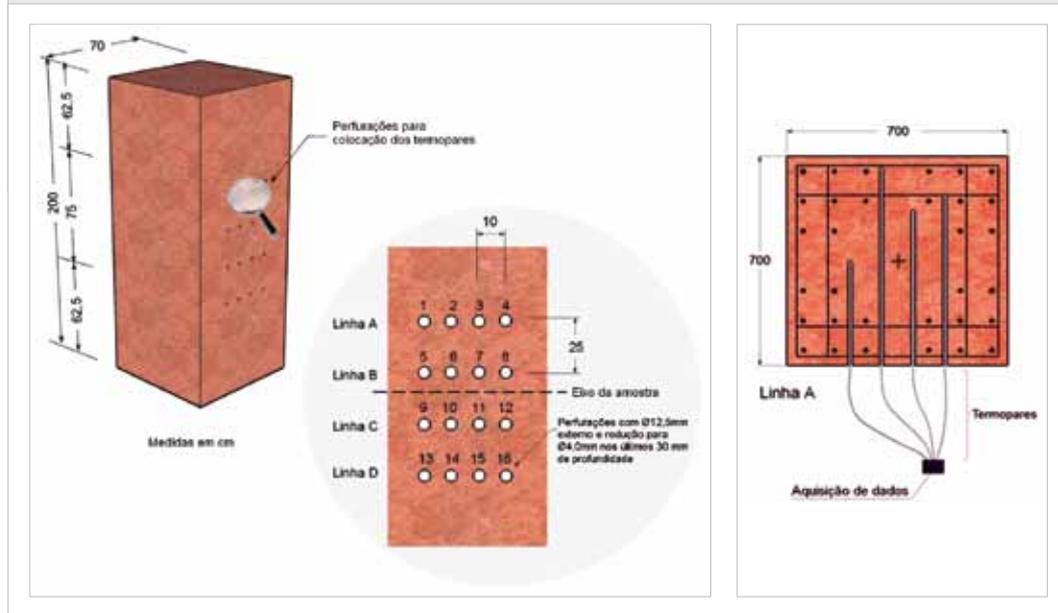


Figura 4 – Termopares: locação e profundidades no pilar protótipo

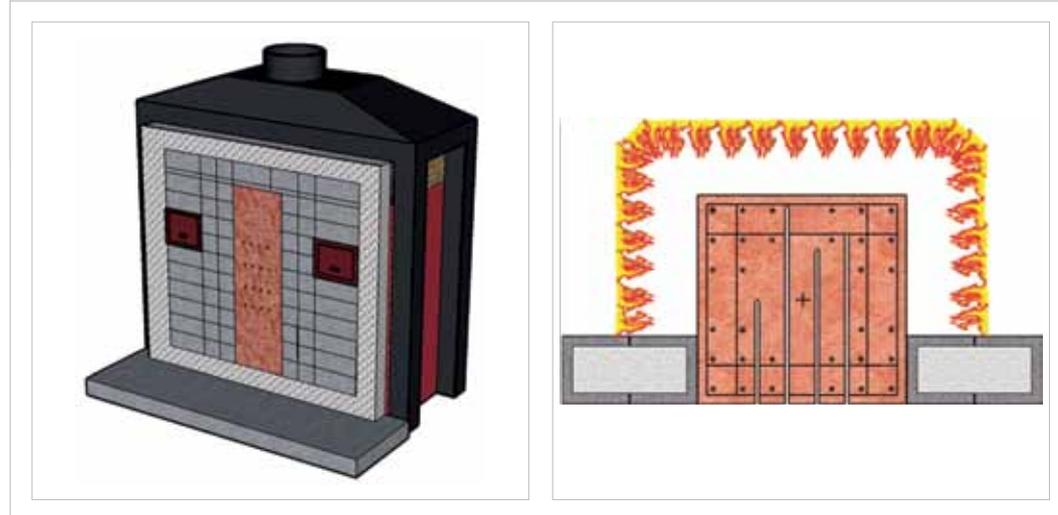


3.4 TERMOPARES DO PILAR PROTÓTIPO E DO FORNO

Os termopares do interior do pilar foram instalados na região próxima ao eixo central de uma das faces da amostra, em quatro linhas independentes e com profundidades aleatórias, sendo que cada linha sempre possuía quatro profundidades diferentes. Ao todo foram instalados dezesseis termopares tipo K com bainha de inox 316, com $\phi = 3\text{mm}$, conforme Fig. 4.

A temperatura do forno – simulação da curva de aquecimento padrão ISO 834 –, foi monitorada e medida através de seis termopares tipo K, mantidos a uma distância de 150mm das faces da amostra, distribuídos em pontos estratégicos, sendo dois para cada face exposta ao fogo; posicionados a 1/3 e a 2/3 da altura total do elemento. Os termopares utilizados para esta finalidade eram de *cromel-alumel*, isolados com miçangas cerâmicas e protegidos com bainha metálica (revestido

Figura 5 – Esquema do pilar protótipo no forno e detalhe da seção transversal mostrando a profundidade dos termopares e as faces expostas ao fogo



com manta de fibra cerâmica tipo XE, com densidade de 64kg/m³), tendo os fios condutores com ϕ de 1,2mm.

3.5 PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO

O pilar protótipo com massa aproximada de 2,5t foi cortado em uma região próxima da base (Fig. 2), o que propiciou uma amostra remanescente (de referência) do próprio elemento submetido ao programa experimental térmico, e, posteriormente, içado e transportado ao local dos ensaios de simulação de incêndio. O programa experimental foi realizado no forno do Laboratório de Segurança ao Fogo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, centro de excelência e tecnologia do Brasil e de referência neste tipo de ensaio, o qual possui um forno com dimensões compatíveis com o programa térmico planejado. O forno utilizado no programa experimental possui um sistema com cinco queimadores a gás natural, dispostos nas duas paredes laterais e posicionados de modo que não haja encontro frontal entre eles.

No programa térmico, foi estabelecido que o tempo de exposição ao fogo do pilar protótipo seria de 180min (3h), com ensaio de simulação de incêndio caracterizado pela curva padrão de aquecimento ISO 834, o que condiz também com as prescrições da revisão de 2011 da Instrução Técnica nº08 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (IT 08/2011).

O pilar protótipo foi ensaiado sem carregamento e com exposição de três faces ao fogo, em virtude das dimensões originais da câmara do forno, o que propiciou que uma das faces (onde os termopares estavam instalados) permanecesse de livre acesso durante o ensaio de simulação de incêndio. O esquema do ensaio pode ser observado na Fig. 5. O pilar protótipo foi revestido com manta de fibra cerâmica tipo XE, com densidade de 64kg/m³ em suas extremidades (na base e no topo) para simulação da propagação de calor unidirecional durante o experimento. Uma alvenaria auxiliar foi construída para fechamento frontal do forno e duas janelas de aço, tipo alçapão, foram instaladas para eventual inspeção emergencial durante o experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INTEGRIDADE

Durante o experimento foram apurados, principal-

mente, os fenômenos de ocorrência de *spalling*. Aos 3 minutos de ensaio, houve o início de uma série de pequenos estalos (tipo *popping*, segundo classificação da *fib* Bulletin nº 38⁵), que indicavam deslocamentos superficiais nas três faces expostas ao fogo, sendo que este fenômeno perdurou até, aproximadamente, os 40 minutos de ensaio.

Após a abertura do forno (3 dias após o ensaio, para haver resfriamento natural “ao ar”) e remoção da amostra, constatou-se que o deslocamento foi superficial e unifor-

Figura 6 – Integridade do pilar protótipo e detalhe da seção transversal mantida após 180min (3h) de simulação de incêndio

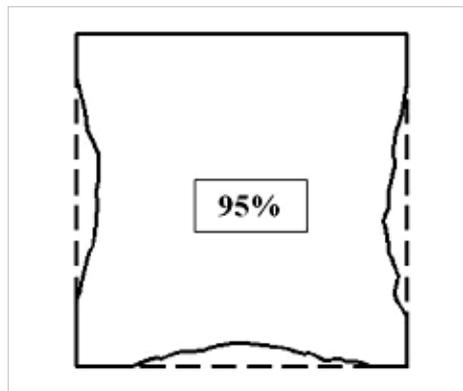


Figura 7 – Detalhe da profundidade do deslocamento, da pouca armadura exposta e das arestas “intactas” do pilar protótipo posterior ao evento de simulação de incêndio



me nas três faces expostas, caracterizado por pequenas delaminações e sem resíduos evidentes de pedaços de concreto na câmara do forno. As condições do pilar protótipo, pós-simulação de incêndio, podem ser observadas na Fig. 6.

4.2 AVALIAÇÃO DO SPALLING

Com o intuito de quantificar a ocorrência de *spalling*, foram aferidas as profundidades em 450 pontos do pilar protótipo distribuídos nas três faces (150 pontos por face), em uma malha virtual de 200mm x 50mm. Com o auxílio de um nível de aço especial, trena de aço e um paquímetro digital, constatou-se, através de inspeção visual, que, após o programa experimental, a amostra manteve* aproximadamente 95% de sua seção transversal total e que a profundidade de deslocamento variou entre 0 e 48mm, num

único ponto, com média geral de 9,3mm (referente aos 450 pontos mensurados).

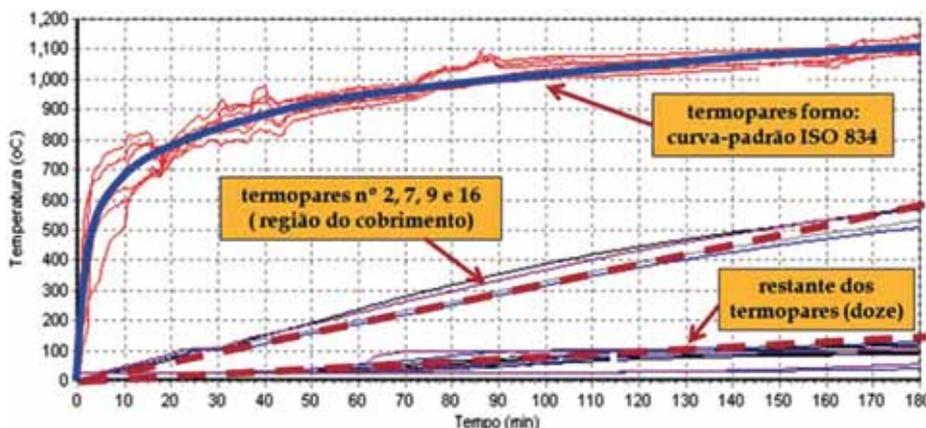
Observa-se também que as arestas do elemento estrutural permaneceram geometricamente intactas (porém, frágeis), após os 180 minutos de experimento, conforme Fig. 7. Uma explicação³ para a pouca quantidade de *spalling* é de fato atribuída a diversos fatores combinados, sendo parte deles vinculados à geometria, ao tamanho da seção transversal e à configuração das armaduras e outra parte relacionada com o tipo de agregado graúdo (basalto) e a idade avançada da amostra, sendo esta última bem condizente com as condições reais da maior parte das estruturas existentes passíveis de um sinistro de incêndio.

4.3 EXPOSIÇÃO DA ARMADURA

Outro levantamento realizado foi a quantificação das

* ISSO SIGNIFICA QUE O PILAR PROTÓTIPO PERDEU APROXIMADAMENTE 5% DE SUA SEÇÃO TRANSVERSAL SOMENTE PELO EFEITO DE SPALLING (PERDA FÍSICA DE MASSA) E QUE NÃO NECESSARIAMENTE OS OUTROS 95% (EM SUA TOTALIDADE) DE SEÇÃO TRANSVERSAL PERMANECERAM ÍNTEGROS E RESISTENTES, CONFORME SERÁ DISCUTIDO EM OUTRO ARTIGO.

Figura 8 – Temperaturas no interior do forno (acompanharam a curva padrão ISO 834, destacada em azul) e nos dezesseis termopares instalados no interior do pilar protótipo (durante os 180 minutos)

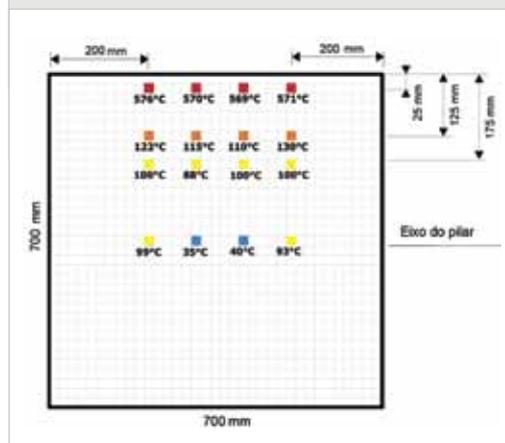


áreas de exposição real da armadura do perímetro da amostra (longitudinal e transversal) posterior à exposição ao fogo, que somadas equivaleram a um montante inferior a 5% de seu total situado nessa região. Este levantamento foi realizado com o auxílio de uma trena de aço e um paquímetro digital, através de inspeção visual. Observa-se que, apesar do tempo extenso do experimento de 180min (3h) e do *spalling* superficial generalizado, pouquíssima armadura foi efetivamente exposta (Fig. 7).

4.4 DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NA SEÇÃO TRANSVERSAL

Durante os 180min (3h) do ensaio de simulação de incêndio, seis termopares monitoraram a evolução da curva-padrão ISO 834 no interior do forno e outros dezesseis termopares a propagação do calor no interior do pilar protótipo. Conforme observado na Fig. 8, a propagação de calor foi uniforme no interior do elemento de acordo com a profundidade dos termopares. É possível observar, também, na Fig. 9, o instante de 180 minutos, onde os termopares situados na região da espessura de cobrimento (25mm da face) não alcançaram o patamar de 600°C, apesar dos quase 1100°C no interior da câmara do forno. Nesse caso, a baixa propagação de calor e, conseqüentemente, o alto gradiente térmico, pode ser atribuída ao tipo de agregado graúdo utilizado (basalto), o qual possui propriedades térmicas favoráveis quando em exposição ao calor (*fib Bulletin n° 38⁵*).

Figura 9 – Registro das temperaturas no interior do pilar protótipo (seção transversal) no instante de 180min (3h)



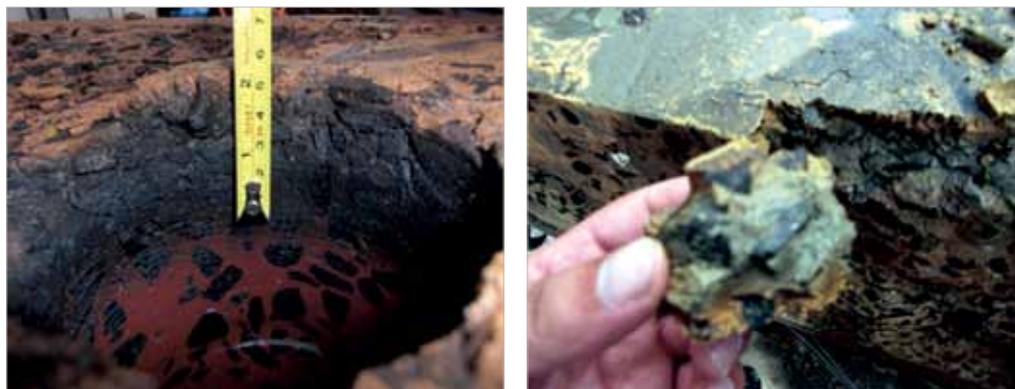
4.5 INDICADOR COLORIMÉTRICO (PIGMENTAÇÃO INORGÂNICA COM USO DE ÓXIDO DE FERRO)

Devido ao uso de pigmentação inorgânica à base de óxido de ferro, incorporada na dosagem do concreto colorido de alta resistência (4% em relação à massa de cimento), foi possível avaliar* qualitativamente a região do dano causado no pilar protótipo pela exposição ao calor durante o tempo de 180min (3h).

No caso em questão, devido principalmente à geometria e ao tamanho da seção transversal do pilar, bem como, às condições do experimento (atmosfera levemente redutora e tempo

* EM ELEVADAS TEMPERATURAS, A PARTIR DE 570°C, OCORRE UMA CONHECIDA³ TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DE REDUÇÃO DO ÓXIDO DE FERRO Fe₂O₃ (HEMATITA, COR PREDOMINANTE VERMELHA) EM Fe₃O₄ (MAGNETITA, COR PREDOMINANTE NEGRA), SENDO ASSIM, INDEPENDENTEMENTE DA PRESENÇA DOS TERMOPARES DE MONITORAMENTO, A INDICAÇÃO COLORIMÉTRICA JÁ PERMITIRIA INFERIR QUE A PARTE MAIS ESCURA - NO INTERIOR DO PILAR PROTÓTIPO - EXPERIMENTOU TEMPERATURAS DA ORDEM DE 570°C OU SUPERIORES.

Figura 10 – Índice colorimétrico promovido no interior do pilar devido à transformação química de redução, ocorrida com o calor, do óxido de ferro (Fe₂O₃): escura no interior do centro das faces e alaranjada na superfície das faces e profundidade das arestas



prolongado de exposição ao fogo), constatou-se que, no máximo, 55mm de profundidade da amostra apresentou coloração mais escura (ou negra), no centro das faces, e que também essa alteração de cor não foi tão evidente na superfície do pilar e na profundidade das arestas, onde a coloração apresentou-se menos escura e somente um pouco “desbotada” (tipo alaranjada). As mudanças de coloração no centro das faces e na região das arestas podem ser observadas na Fig. 10.

Os sumários de cores real e hipotético da seção transversal, posterior ao ensaio de simulação de incêndio, o qual foi potencialmente promovido em virtude da presença e reduções químicas em função do calor do pigmento inorgânico de óxido de ferro sintético (Fe_2O_3), podem ser observados na Fig. 11. Observa-se na Fig. 11(b) um desenho hipotético e esquemático que admite, por inferência, simetria no desgaste do pilar nas quatro faces, desprezando as partes vinculadas com a alvenaria (vide Fig. 5).

4.6 OUTROS RESULTADOS IMPORTANTES

Na pesquisa também foram avaliadas: as propriedades mecânicas residuais (do concreto e do aço), a caracterização mineralógica por difração de raios X e análises termodiferencial e termogravimétrica (ATD-TG) de amostras de concreto extraídas nas regiões das diferentes profundidades dos termopares, para correlação com os patamares de temperatura alcançados e mudanças de coloração (indicadores colorimétricos) no interior/exterior do elemento.

Resultados que serão apresentados futuramente num ar-

tigo complementar a este demonstraram que a região mais escura (negra) possui resistência mecânica desprezível (concreto friável) e que a parte que preservou a cor avermelhada original (imediatamente após a coloração escura, 55mm da face (vide Fig.10) possui resistência mecânica residual equivalente à do núcleo da amostra, ou seja, a resistência mecânica original de projeto. As difrações de raios X demonstraram ainda a presença de compostos sintéticos de mineralogia diferenciada, formados por sinterização, similares ao mineral *Wollastonita* e *Akermanita* na região mais exposta ao fogo (na cor de predominância alaranjada: superfície e profundidade das arestas), o que pode corroborar temperaturas da ordem de 1000°C.

5. CONCLUSÕES

1. As dimensões do pilar, a seção transversal e a configuração e taxa das armaduras da amostra parecem ter influenciado de maneira decisiva e positiva o desempenho térmico e o comportamento do concreto de alta resistência quando exposto ao fogo;
2. Observa-se que no programa experimental desenvolvido, no interior do forno, a título de exemplo, foram colocados corpos de prova do mesmo concreto, cilíndricos (100mm x 200m), sem armadura e com a mesma idade de oito anos, os quais se desintegraram generalizadamente (vide Fig. 12) após os 180min (3h) de ensaio. Portanto, recomenda-se que corpos de prova não armados e de pequenas dimensões não sejam utilizados para avaliação da ocorrência do fenômeno de *spalling*, pois, apesar de úteis para definir

Figura 11 – Sumário de cores: (a) situação real e (b) situação hipotética

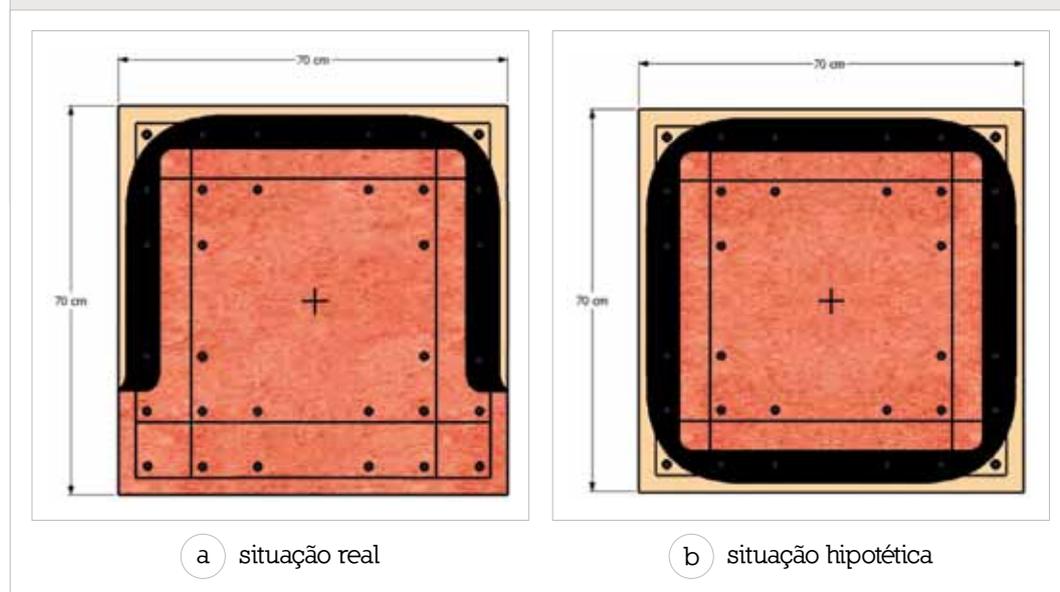


Figura 12 – Corpos de prova cilíndricos não armados com 100mm x 200mm desintegrados após o ensaio de simulação de incêndio, ensaiados em conjunto com o pilar protótipo



as propriedades térmicas do concreto em diferentes temperaturas, não servem para avaliar *spalling* de elementos estruturais, podendo subestimar a qualidade do concreto de alta resistência frente a cenários de incêndio;

3. O tipo de agregado graúdo também deve ter contribuído para o bom desempenho térmico do concreto de alta resistência. Agregados graúdos com maior estabilidade térmica, tipo basalto, podem conduzir a resultados mais satisfatórios, desde que outros aspectos como a geometria, tamanho da seção transversal, idade da amostra e configuração e taxa das armaduras sejam também adequadamente considerados. Quando do uso em projeto de concreto de alta resistência, deve haver, se possível, uma escala preferencial do uso de agregados, procurando-se evitar aqueles que possuem comportamento menos favorável frente ao calor. Observa-se também que se deve distinguir bem o concreto de alta resistência pelo tipo de agregado e não somente pela resistência mecânica característica à compressão, quando o assunto principal é o concreto em elevadas temperaturas;
4. O pilar protótipo de concreto de alta resistência apresentou um bom desempenho quando expostos 180min (3h) ao fogo, mantendo sua integridade, com 95% de sua área de seção transversal original preservada (somente 5% reduzida efetivamente por efeito de *spalling*) e expondo apenas 5% de toda a armadura perimetral (longitudinal e transversal), mostrando ser dispensável, nesse caso, o uso de fibras de polipropileno. As propriedades mecânicas dos 95% da seção transversal fisicamente mantida serão discutidas em outro artigo;
5. Neste programa experimental térmico, a idade do elemento

estrutural objeto de estudo mostrou-se favorável. O concreto é um material mutável, com reações químicas temporais de hidratação do cimento *Portland* e, do ponto de vista das ações térmicas do fogo, não possui maturidade suficiente para um programa experimental de grande porte em seus primeiros meses de vida. A diferença do comportamento de uma amostra com 2 meses de idade e outra com 1ano pode ser muito significativa.³ Portanto, recomenda-se que os ensaios experimentais de simulação de incêndio em elementos estruturais sejam realizados em amostras com, no mínimo, 1 ano de idade, com maturidade, teor de umidade e grau de hidratação mais compatíveis e coerentes com o concreto de edificações existentes e em pleno uso;

6. O uso de pigmentação inorgânica em amostras de concreto de alta resistência, principal originalidade desta pesquisa, pode ser considerado um importante índice qualitativo e parcialmente quantitativo da profundidade do dano causado na amostra pela exposição ao fogo em experimentos. Portanto, propõe-se que o uso de pigmento inorgânico de óxido de ferro (Fe_2O_3) seja de uso corrente em programas experimentais laboratoriais, envolvendo elementos estruturais de concreto armado em geral (normal e de alta resistência).

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem especialmente ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pelo apoio nos ensaios de simulação de incêndio e principalmente nos ensaios do concreto e aço; às associações e institutos nacionais: ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural), ABESC (Associação Brasileira das Empre-

sas de Serviços de Concretagem) e IBTS (Instituto Brasileiro de Telas Soldadas), pelo apoio profissional e financeiro; às empresas BASF, ENGEMIX, TECNUM, GRACE, VIAPOL, FRANÇA & ASSOCIADOS, RM SOLUÇÕES, EKIPE-C e PhD ENGENHARIA, pelo fornecimento de materiais, equipamentos especiais, mão de obra e supor-

te financeiro para o desenvolvimento e a realização de todo o programa experimental; e, finalmente, agradecem ao ilustre Dr. Venkatesh Kodur que em passagem pelo Brasil em março de 2010, acompanhou a pesquisa e trocou valiosas informações com estes pesquisadores.

Referências Bibliográficas

- [01] HELENE, P.R.L.; HARTMANN, C.T. HPC in Brazilian office tower. Concrete International, v.25, n.12, p. 64-68, Dec. 2003
- [02] ALI, F. Is high strength concrete more susceptible to explosive spalling than normal strength concrete in fire? Fire and Materials, n.26, p. 127-130, 2002
- [03] BRITZ, C. A. Avaliação de pilares de concreto armado colorido de alta resistência, submetidos a elevadas temperaturas. São Paulo: USP, 2011. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [04] KHOURY, G. A. Effect of fire on concrete and concrete structures. Progress in Structural Engineering and Materials, New York, v. 2, n. 4, p. 429-447, 2000
- [05] FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON (fib). Fire design of concrete structures – materials, structures and modeling – State-of-art report. Lausanne, fib 2007. 97p. (Bulletin d'information; 38).
- [06] KODUR, V.K.R. Guidelines for fire resistance design of high-strength concrete columns. Ottawa, Ontário, Canadá: IRC/NRC, 2005. (Report NRCC-47729) ●



CONCRETE SHOW 2012
SOUTH AMERICA • BRAZIL • SÃO PAULO

Realização

UBM
Sienna

Sucesso absoluto ao término do 6º Concrete Show South America

Principal evento do segmento na América Latina, feira reuniu entre os dias 29 e 31 de agosto, um público de 29 mil profissionais, em São Paulo

Encerrada no dia 31 de agosto a 6ª edição do Concrete Show South America, principal evento da América Latina em soluções para a cadeia produtiva do concreto e da construção civil. Com um recorde absoluto de público, a feira promovida pela UBM Sienna, em São Paulo, reuniu, durante três dias, 29 mil profissionais e mais de 550 empresas nacionais e internacionais, além de promover o Concrete Congress, uma programação paralela com 150 palestras simultâneas.

Em tempos de inovação e novos processos industriais na construção civil, o evento deixou uma boa notícia para o País: o setor, além de projetar um crescimento sustentado, está investindo em tecnologia, ecoeficiência e inovação para aperfeiçoar os processos e atender com qualidade a grande demanda prevista para os próximos anos.

Ao todo foram mais de 60.000 m² de exposição indoor e outdoor que serviram de vitrine para maquinários, equipamentos, aditivos, produtos e soluções em sistemas construtivos à base de cimento de mais de 20 segmentos distintos da cadeia produtiva da construção civil.

O evento contou com o apoio de mais de 42 entidades nacionais e internacionais, com destaque para a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC). Houve também o apoio de mais 32 revistas técnicas e o oferecimento de grandes empresas líderes de mercado como Putzmeister, Schwing Stetter e Liebherr.

A 7ª edição do Concrete Show South America acontecerá entre os dias 28 e 30 de agosto de 2013 no Centro de Exposições Imigrantes. O site do evento é www.concreteshow.com.br.



54^o Congresso Brasileiro do Concreto marca 40 anos do Instituto Brasileiro do Concreto



Quarenta anos dedicados ao fortalecimento da cadeia produtiva do concreto. Com este lema o Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON vai realizar a 54^a edição do Congresso Brasileiro do Concreto, de 08 a 11 de outubro, no Centro Cultural e de Exposições Ruth Cardoso, em Maceió, Alagoas.

De uma reunião técnica semestral entre alguns pesquisadores brasileiros, para discutir temas como a impermeabilidade e a durabilidade das obras de concreto, o evento diversificou-se e atingiu o porte de um grande congresso nacional de engenharia civil, realizado anualmente, com o reconhecimento da comunidade técnica-científica brasileira e estrangeira de estar entre os maiores fóruns de difusão e debates sobre a tecnologia do concreto e seus sistemas construtivos.

Para a edição 2012, estão programadas 34 sessões científicas, onde serão apresentados cerca de 424 trabalhos de pesquisadores de universidades, institutos de pesquisa e centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação nacionais e estrangeiros sobre os temas: gestão e normalização (16); materiais e propriedades (214); projetos de estruturas (40); métodos construtivos (14); análise estrutural (75); materiais e produtos específicos (28); sistemas construtivos específicos (9); e sustentabilidade (28).

O prestígio do Congresso pode ser medido também pelo número de eventos realizados concomitantemente ao 54^o Congresso Brasileiro do Concreto, reconhecimento prestado pelas entidades promotoras e patrocinadoras desses eventos.

O evento internacional “Dam World Conference”, coordenado conjuntamente pelo IBRACON e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, de Portugal, objetiva debater o planejamento, os projetos, a operação e a manutenção de grandes barragens, fazendo frente às necessidades técnicas do momento atual de reinvestimento brasileiro no setor. Serão apresentados no evento 36 trabalhos técnico-científicos.

O Simpósio Latino-Americano sobre Concreto Autoadensável vai trazer as pesquisas mais recentes sobre esta tecnologia revolucionária, promessa de futuro na construção civil no Brasil e no mundo. Serão abordados temas como dosagem e produção de CAA, ensaios de caracterização e controle, propriedades mecânicas e durabilidade, normalização, sustentabilidade e as diversas aplicações do CAA, além de uma discussão dos motivos do por que o CAA é ainda uma prática distante nas cons-

truições dos países latino-americanos, em 33 apresentações programadas. O evento é promovido pelas universidades federais de Alagoas, Santa Catarina, Pernambuco, Rio de Janeiro, Unesp e Unisinos, e conta com patrocínio da Capes, CNPq e Sika.

Sobre o assunto, será ainda oferecido aos congressistas um minicurso, realizado em conjunto pelo IBRACON e RILEM, cuja programação estará centrada no conteúdo do livro homônimo de autoria do professor Geert De Schutter, da Universidade Ghent, um dos palestrantes do curso.

Como o Brasil é atualmente um imenso canteiro de obras, será realizada mais uma edição do Seminário “Grandes Construções”, onde serão abordados detalhes de projetos e construção de grandes obras em realização pelo país.

Em razão do forte investimento nacional em obras de infraestrutura para transportes, atenção especial será dada aos 27 trabalhos técnico-científicos sobre pontes, estações enterradas, túneis, sistemas de pesagem em movimento, sistemas de reforço e estruturas para mon trilhos no II Simpósio de Infraestrutura Metroviária, Ferroviária e Rodoviária. O evento contará ainda com palestras dos seguintes especialistas no assunto: Daniel Cusson (NCR, Canadá); Hugo Rocha (presidente do Comitê Brasileiro de Túneis); e Andrzej Nowak (Universidade do Nebraska, Estados Unidos).

Ainda sobre o assunto, mas focando a pavimentação em concreto, será realizado o III Workshop sobre Pavimentos de Concreto (PAV 2012), onde serão apresentados 8 trabalhos técnico-científicos sobre tipos de pavimentos de concreto e suas aplicações, tecnologia de execução de pavimentos de concreto, inovações e manutenção de pavimentos de concreto.

Por fim, mas não menos importante, será realizada a 4^a edição do Seminário de Sustentabilidade na Cadeia Produtiva do Concreto, que vai trazer casos de sucesso em termos de programas sustentáveis implantados pelas indústrias do setor construtivo.

O evento conta com o apoio e patrocínio das empresas e entidades do setor construtivo brasileiro, que estarão reunidas na VIII Feira Brasileira de Produtos e Serviços da Construção.

Voltado a todos os profissionais, agentes e interessados do setor construtivo, o evento está com as inscrições abertas e espera receber a participação de mais de 1000 inscrites.

Mais informações: www.ibracon.org.br.



Semana de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos

De 1 a 5 de outubro, vai ser realizada a Semana de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), no auditório Jorge Caron, que conta com o apoio da Regional IBRACON de São Carlos.

O evento terá entre seus palestrantes: o presidente nacional do Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco), João Alberto Viol, que abordará o monitoramento de estruturas de pontes rodoviárias; o presidente do Instituto Brasileiro do Concreto, Túlio Bittencourt; e o professor da Universidade de São Paulo, Carlos Eduardo Nigro Mazzilli, que trará aos presentes as soluções inteligentes em geotecnia.

O evento é uma realização da Secretaria Acadêmica dos alunos de Engenharia Civil da USP de São Carlos.

Mais informações: www.sacivilusp.wix.com/sec2012.



Missão técnica para Cuba

Os alunos dos cursos de Especialização em Patologia das Obras Cíveis e Especialização em Construção Civil, da Unisinos, vão embarcar, no dia 27 de outubro, para uma viagem para Cuba, numa missão técnica internacional para a Universidade de Cuba (CUJAE), que conta com o apoio do IBRACON, da Alconpat Brasil e do Instituto IDD.

Na visita, os 33 alunos inscritos vão assistir dois cursos especialmente preparados: Tecnología Del Hormigonado para Estructuras de Alto Desempeño e Edifícios Altos, além de visitas técnicas programadas.

Os alunos retornam no dia 4 de novembro.

Workshop IBRACON-RN sobre Estruturas de Concreto



Com o objetivo de divulgar a missão e as atividades do IBRACON na região, bem como as tecnologias para aplicação do concreto e o diagnóstico de estruturas prontas, a Regional no Rio Grande do Norte vai realizar o Workshop sobre Estruturas de Concreto, no dia 20 de novembro, no auditório da Casa da Indústria, na Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte (FIERN/SINDUSCON-RN).

O Workshop contará com palestras do presidente do IBRACON, Túlio Bittencourt (O papel do IBRACON na cadeia da construção civil e o crescimento sustentável do país); do diretor regional do IBRACON, Hênio Fernandes da Fonseca Tinoco (Avaliação e diagnóstico de estruturas de concreto incendiadas); e do diretor técnico do IBRACON na região, José Martins de Sousa Júnior (Experiências em aplicação e controle de concreto em estruturas de parques eólicos no Brasil).

O evento conta com o patrocínio da Universidade Potiguar, do SINDUSCON/RN e do Ocean Palace Hotel.

Atividades na Regional de Pernambuco

A Regional IBRACON em Pernambuco realizou, no último dia 11 de junho, a palestra técnica “Emprego de testemunhos para a estimativa da resistência característica do concreto”, na sede da Associação Brasileira de Cimento Portland, no Nordeste. A palestra, ministrada pelo Prof. Paulo Helene, contou com a presença de 80 profissionais.

No dia 22 de setembro, a Regional realizará uma reunião técnica com o presidente do IBRACON, Prof. Túlio Bittencourt, quando serão tratadas questões próprias da Regional. Para o ano, a Regional tem programadas as seguintes atividades técnicas:

PALESTRA TÉCNICA SOBRE PAREDES DE CONCRETO

Data: 27 de setembro

Local: ABCP/Nordeste

Horário: 18:30 às 21h

PALESTRAS TÉCNICAS NA CIDADE DE CARUARU

- “Inspeções e manutenções de estruturas de concreto”, Prof. Romilde Almeida de Oliveira (Diretor Regional do IBRACON em Pernambuco e professor titular da UNICAP)
- “Aplicações do concreto protendido em obras de arte especiais e edificações”, Prof. José Afonso Pereira Vítório (professor em cursos de especialização da UPE)
- “Considerações acerca da Ponte sobre o Rio Negro”, Prof. Tibério Andrade Wanderley (professor adjunto da UFPE)

Data: 07 de novembro

Local: Associação Comercial e Empresarial de Caruaru (ACIC)

Horário: 17 às 21h

Concurso de Resistência do Concreto

A Regional IBRACON NORDESTE PAULISTA, juntamente com a Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira e o Laboratório CESP de Engenharia Civil, vão promover um concurso de resistência do concreto, para os alunos ingressantes no 2º Semestre do Curso de Engenharia Civil da FEIS.

O concurso acontecerá nos dias 14 e 28 de setembro próximo. No dia 14, serão confeccionados corpos de prova cilíndricos 100x200 mm de concreto. Já, no dia 28, serão feitos os ensaios de compressão simples.

Os grupos formados entre os alunos receberão uma quantidade fixa de

cimento para confeccionar os corpos de prova. Inicialmente será feita uma apresentação na qual serão passadas informações sobre a dosagem e suas implicações na resistência do concreto.

Além da resistência à compressão, também serão avaliados o aspecto visual do concreto e a quantidade de materiais consumidos.

O concurso tem como objetivo promover uma maior aproximação e entrosamento dos alunos, por meio de uma atividade diretamente relacionada com a engenharia civil, e também dar conhecimento sobre o IBRACON e o Laboratório Tecnológico.

III Encontro sobre Tecnologia do Concreto

Com participação de 85 profissionais, foi realizado, nos dias 22 e 23 de junho, o 3º Encontro de Tecnologia do Concreto – ETEC 2012,

na Regional IBRACON em Mato Grosso do Sul, com o tema “Concreto autoadensável: conceitos, dosagem e aplicações”. ●



Participantes aprendem na prática os conceitos sobre o concreto autoadensável

UM EVENTO DESSA **IMPORTÂNCIA**,
NINGUÉM PODE PERDER.



CONCRETE SHOW 2013

SOUTH AMERICA • BRAZIL • SÃO PAULO

28 - 30 Agosto
Centro de Exposições Imigrantes

- Mais de 580 expositores nacionais e internacionais
- 62.000 m² de exposição indoor e outdoor
- 30.000 visitantes
- 7º Concrete Congress com mais de 150 palestras

Outras informações: Tel 11 4689 1935 - concrete@concreteshow.com.br

www.concreteshow.com.br

APOIO



REALIZAÇÃO



Quadrado por fora.
Modernão por dentro.



Chegou Vedapren Fast com secagem ultrarrápida.

Vedapren Fast é uma manta líquida de secagem ultrarrápida: são apenas 2 horas a 25 °C. E você só precisa dar 2 demãos para cobrir a estrutura, garantindo uma proteção contínua e impermeável com excelente acabamento. Para deixar tudo ainda mais prático, a nova embalagem quadrada elimina o uso da bandeja, permitindo o manuseio direto com o rolo. Com tantos benefícios, você não vai querer saber de outro produto.

