



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

# Inovações tecnológicas do concreto para um futuro sustentável

FÁBIO LUÍS PEDROSO - EDITOR - <https://orcid.org/0000-0002-5848-8710> (fabio@ibracon.org.br) – IBRACON



Presidente do IBRACON, Eng. Julio Timerman, faz seu pronunciamento na solenidade de abertura do 65º Congresso Brasileiro do Concreto, assistido pelos presidentes das entidades da cadeia da construção

**A**s tragédias no mundo e particularmente no Brasil, como as inundações nas cidades gaúchas e as secas que assolam a região amazônica, não deixam dúvidas de que as mudanças climáticas são uma realidade, que pode se agravar se não alcançarmos a meta de zerar as emissões de dióxido de carbono até 2050.

Os últimos 12 meses foram os mais quentes desde 1850, data que marca o início da Revolução Industrial, quando o carvão mineral despontou como fonte energética principal das atividades econômicas da vida urbana moderna. Segundo o Copernicus, observatório europeu da Terra, a temperatura média mundial ultrapassou no período o limiar de 1,5°C acima da temperatura média do período de 1850 a 1900, meta do Acordo de Paris para o aumento da temperatura média do planeta até o final deste século.

Em decorrência, o futuro da humanidade depende de zerar as emissões de carbono até 2050 e de adaptar o ambiente construído aos efeitos já presentes das mudanças climáticas.

Este foi o cenário que permeou as palestras técnico-científicas, as conferências e seminários que ocorreram no 65º Congresso Brasileiro do Concreto, no Centro de Convenções de Maceió, de 22 a 25 de outubro.

Promovido pelo Instituto Brasileiro do Concreto, o Congresso reuniu 1175 participantes, profissionais dos diversos segmentos da cadeia produtiva do concreto – fabricantes, projetistas, tecnólogos, consultores, construtores, funcionários públicos, pesquisadores e estudantes – para debater as tendências em pesquisa, desenvolvimento e inovação relacionadas às estruturas de concreto.

O tom dos palestrantes foi de otimismo quanto ao conhecimento, práticas e tecnologias que poderão conter as mudanças climáticas e nos adaptar aos seus efeitos. Não por acaso a bandeira do evento foi “Inovações tecnológicas nas Construções de Concreto”.

## CÓDIGO MODELO 2020

No campo da normalização dos projetos de estruturas de

concreto, o Código Modelo 2020 da Federação Internacional do Concreto Estrutural (*fib*) é um bom exemplo internacional. A *fib* é uma entidade técnica formada por 1400 participantes de 67 países, entre os quais o Brasil, que participa por meio do Grupo Nacional formado por filiados do IBRACON, ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto) e ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural). Ela estrutura suas atividades em torno de grupos de trabalho, cinco dos quais participaram ativamente da atualização do Código Modelo 2010. Como documento técnico internacional, o Código Modelo serve de base para as discussões para normalização nos países-membros, bem como para a pesquisa científica e tecnológica nesses países.

O Código Modelo 2020 inovou ao incorporar uma abordagem baseada no desempenho sustentável do projeto, execução e manutenção das estruturas de concreto. Isto significa que o Código traz indicadores de desempenho econômicos, sociais e ambientais para o ciclo completo de vida de uma obra. Esses indicadores para fornecedores, projetistas, construtores e proprietários de obras aplicam-se para as fases de produção dos materiais de construção, de projeto e execução da obra, de uso e de demolição, reuso e disposição dos resíduos de construção. Eles foram concebidos com base nas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU).



Auditório lotado assiste a cerimônia de abertura do evento

Formado por 39 capítulos e totalizando 800 páginas, suas novidades em relação ao Código Modelo de 2010 foram apresentadas pela vice-presidente da *fib*, Eng. Íria Doniak, em duas partes: na sua palestra no Seminário “O Estado da Arte em Normalização de Concreto”, coordenado pelo vice-presidente do IBRACON, Prof. Paulo Helene, e em sua conferência plenária no Congresso. O Seminário apresentou também novidades na normalização brasileira quanto à sustentabilidade, durabilidade, estanqueidade e segurança das estruturas de concreto contra incêndio. “O *fib* e o Eurocode mudaram recentemente os critérios de segurança no projeto de estruturas de concreto. Minha palestra no Seminário buscou discutir se as normas brasileiras deveriam ou não se compatibilizarem com esta atualização”, exemplificou Helene, que ressaltou o protagonismo da norma brasileira de projeto de estruturas de concreto (ABNT NBR 6118), reconhecida internacionalmente.

Os novos capítulos do Código Modelo 2020 tratam de especificações da durabilidade, condições do controle qualitativo do concreto, condições para o desempenho ambiental, avaliação do desempenho de concretos não convencionais, concretos com agregados recicláveis e premissas de projeto.

Em relação aos materiais construtivos, a recomendação geral é a substituição de materiais com alto impacto ambiental por alternativos com menor impacto e similar ou superior desempenho, como cimentos com pozolanas e argilas calcinadas, concretos com alto teor de cinzas volantes, escórias de alto forno, microssílicas e filler calcário e com agregados reciclados. O maior vilão das emissões de carbono na indústria da construção é o clínquer do cimento, formado pelo processo de decomposição do calcário, que libera 70% das emissões de carbono do setor



Prof. Paulo Helene palestra no Seminário “O Estado da Arte em Normalização de Concreto”



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

cimenteiro, sendo os outros 30% advindos da queima de combustível fóssil nos fornos de cimento. Os materiais suplementares, como pozolanas, sílicas e filler, são capazes de substituir o clínquer no cimento, contribuindo, assim, para diminuir as emissões de carbono.

O Código Modelo 2020 traz guias para o planejamento da durabilidade de estruturas novas e existentes, oferecendo orientações para evitar a deterioração prematura das estruturas de concreto. Quanto ao quesito de avaliação das estruturas existentes, ele divide as estruturas em sem deterioração, com deterioração e sem detalhamento de conformidade, estabelecendo parâmetros diferenciados para inspeção e monitoramento e para ensaios de materiais, elementos e sistemas em relação aos parâmetros de avaliação de estruturas novas. Já, no quesito das intervenções, essas são classificadas em preventivas, corretivas, de manutenção, de reforço e de gestão do ciclo de vida.

Em resumo: o Código Modelo 2020 incorporou parâmetros de impacto ambiental, conjuntamente com parâmetros econômicos e sociais, tendo em vista a interação desses três pilares para assegurar a sustentabilidade das estruturas de concreto. Nas palavras da vice-presidente da *fib*, “atender requisitos ambientais é necessário, mas precisa ter um custo econômico capaz de atender às necessidades sociais”.

Ela completa justificando suas apresentações no Congresso: “O Brasil tem suas próprias normas de concreto e isto é importante porque temos liberdade para analisar e adotar referências do mundo inteiro, bem como de participarmos e contribuirmos com as discussões de normalização do concreto fora do Brasil”.

### GESTÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

A gestão eficiente da infraestrutura é um aspecto importante de sua durabilidade. Este tema foi amplamente discutido na conferência do vice-presidente da Associação Internacional para a Engenharia de Pontes e Estruturas (IABSE), Prof. José Matos, bem como na sua palestra no Seminário de Inspeção e Manutenção de Pontes e Obras de Arte, coordenado pelo conselheiro do IBRACON, Eng. Rafael Timerman.

Muitas pontes e viadutos, essenciais para a mobilidade de pessoas e mercadorias, estão se aproximando do final de sua vida de serviço devido a processos de envelhecimento e deterioração do concreto armado.

Um levantamento das causas do colapso de dez mil pontes em todo mundo, tanto de concreto como de aço, foi realizado pelo IABSE. As causas mais frequentes apontadas por esse levantamento foram inundações (18%), defeitos do projeto estrutural (15%), deterioração do concreto (12%), corrosão causadas por cloretos (10%). Também importantes são os erros e defeitos de construção (7% e 6%, respectivamente) e sobrecargas (6%).

No Brasil, levantamento realizado pelo palestrante do Seminário de Inspeção e Manutenção de Pontes e Obras de Arte, Ademir Santos, de 14 mil obras de arte especiais (OAEs) de um universo estimado em 120 mil, sendo a maioria concentrada na Região Sul e Sudeste (68%), constatou que 98% são de concreto, 37% têm mais de 50 anos, sendo que 54% das públicas federais, 69% das federais privadas e 92% das estaduais privadas encontram-se em



Engª Íria Doniak em momento de sua palestra nas conferências plenárias

bom estado de conservação. Os piores índices de conservação são apresentados pelas OAEs nos estados do Pará, Maranhão e Piauí.

Para Matos, “os riscos de colapsos aumentaram com as mudanças climáticas, pois essas afetam os mecanismos de deterioração no concreto armado”. Sem falar no aumento da intensidade e frequência de eventos climáticos extremos, como inundações. Por outro lado, acrescentou que o número de obras de infraestrutura é superior ao limite sustentável em alguns países europeus, o que aumenta a pressão para sua conservação e prolongamento de sua vida útil.

Em vista desse panorama, ele recomendou um protocolo de gestão do controle da qualidade de OAEs baseado num balanço entre indicadores de desempenho. Esse protocolo foi o resultado da discussão sobre o controle da qualidade de OAEs entre 77 países, ocorrida em 2015, que possibilitou a uniformização da terminologia, sendo traduzido para diversas línguas.

Nele, dados de entrada, como localização, sistema estrutural, seus elementos e defeitos (fissuras, eflorescências, manchas marrons, corrosões etc.), são correlacionados com pontos frágeis na estrutura, levantados por meio de inspeções visuais, ensaios não destrutivos, monitoramento e estudos de cargas. A partir desses dados, é feito o diagnóstico das patologias e são calculados indicadores de desempenho, que, por sua vez, são comparados às metas de desempenho, conjunto de informações usadas para elaboração de um plano de controle da qualidade das OAEs.

Os indicadores-chave de desempenho do protocolo são:

- ▶ **Confiabilidade:** probabilidade de ocorrência de uma falha estrutural ou operacional;
- ▶ **Disponibilidade:** período de tempo no qual uma OAE apresenta condições de funcionalidade;

- ▶ **Segurança:** risco de o uso da ponte causar dano ao usuário;
- ▶ **Economia:** eficiência na manutenção da OEA.

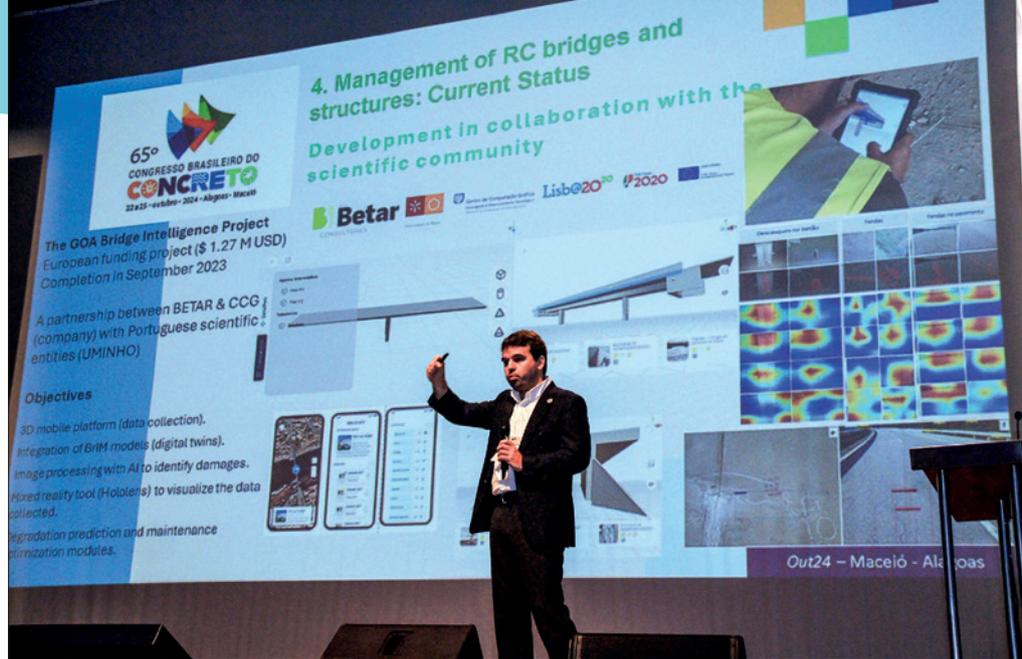
Os indicadores de desempenho são expressos numa escala de um a cinco, sendo 1 o melhor cenário e 5 o pior, e comparados, balizando o protocolo de controle da qualidade, isto é, cenários, prazos de intervenção na OAE e custos.

Para o futuro, o vice-presidente do IABSE prevê que o protocolo deve ser desenvolvido adicionando indicadores de desempenho da sustentabilidade e evoluindo para modelos baseados na resiliência, ao invés de modelos baseados no risco, para enfrentar as mudanças climáticas. “A resiliência refere-se à capacidade da sociedade de recuperar uma obra de infraestrutura após um dano ou colapso, como recursos, alternativas, capacidade de resposta imediata, que vão além da avaliação estrutural”, explicou.

No contexto brasileiro, o presidente do IBRACON, Eng. Julio Timerman, palestrante no Seminário “O Estado de Arte em Normalização de Concreto”, apresentou os trabalhos da Comissão Especial CEE 169, coordenada pelo IBRACON, que têm promovido atualizações das normas técnicas de inspeção de pontes, viadutos e passarelas (ABNT NBR 9453:2023) e de provas de carga estática em estruturas de concreto (ABNT NBR 9607:2023). Ele informou que a NBR 9453, que abrange pontes, viadutos e passarelas de concreto, metálicas e mistas, introduziu a nota O para situação de conservação que exige intervenção emergencial. “As inspeções rotineiras de pontes e viadutos têm sido feitas, mas o estoque de 120 mil obras de arte especiais não tem possibilitado a inspeção especial a cada cinco anos”, informou Timerman. “Por isso, a norma permitiu estender o prazo se a OEA tem boa nota de conservação e possui janelas de inspeção”, completou.

Quanto aos tipos de ensaios para avaliar o estado de conservação das estruturas de concreto, o III Seminário de Ensaios não Destrutivos, coordenado pelo assessor da presidência do IBRACON, Prof. Enio Pazini Figueiredo, trouxe as novidades e aplicações dos ensaios não destrutivos, tipo de ensaio do material que não altera de forma permanente suas propriedades físicas, químicas, dimensionais e mecânicas.

Este seminário contou com palestras da coordenadora do Comitê Técnico de avaliação e previsão das condições de corrosão das estruturas (TC-314-COM) da União Internacional dos Laboratórios e



Prof. José Matos palestrando nas conferências plenárias

Especialistas em Materiais, Sistemas Construtivos e Estruturas (RILEM), Profa. Maria Carmen Andrade, e do professor da Universidade de Ottawa, no Canadá, Prof. Leandro Sanchez.

O objetivo do Comitê Técnico TC-314-COM é revisar e atualizar as recomendações da RILEM para técnicas eletroquímicas e análises de cloretos que permitem avaliar e prever o grau de corrosão das armaduras e as condições das estruturas de concreto do ponto de vista de sua vida útil de serviço. Um desses ensaios – o de medida da resistividade do concreto – foi exposto pelo Prof. Enio Pazini. Ele mostrou como o ensaio é aplicado e quais avaliações podem ser feitas a partir de seus resultados, como a identificação de áreas suscetíveis à carbonatação e à penetração de cloretos e à estimativa do risco de corrosão das armaduras do concreto, entre outras caracterizações possíveis do elemento estrutural avaliado.



Auditório do Teatro Gustavo Leite lotado na conferência plenária de José Matos



65<sup>o</sup>

CONGRESSO BRASILEIRO DO

CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió



Prof<sup>a</sup> Carmen Andrade é assistida por plateia presente no Seminário de Ensaios não Destrutivos

Carmen Andrade apresentou as discussões e recomendações do Comitê Técnico quanto à amostragem, à seleção dos pontos de medição, aos tipos de ensaios que devem ser realizados, à avaliação dos resultados desses ensaios, inclusive sua aplicação para embasar projeto estrutural de estruturas de concreto armado.

Já, Leandro Sanchez apresentou um protocolo de avaliação multidimensional que vem desenvolvendo para caracterizar e prever as condições de deterioração de pontes por mecanismos expansivos, como a reação álcali-agregado e outros. Esta avaliação envolve a inspeção visual, os ensaios não destrutivos, e ensaios de laboratório químicos e mecânicos, cujos resultados são consolidados em índices numéricos, que possibilitam fazer um diagnóstico competente sobre causas e extensão da deterioração, mas que necessita avançar quanto ao prognóstico da velocidade de expansão.

Leandro Sanchez lançou seu livro “Internal Swelling Reaction in Concrete”, que expõe e aplica seu protocolo de avaliação multinível, no 65<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto.

### UHPC COM MENOR CUSTO PARA PAVIMENTAÇÃO

Como consequência do estado atual de conservação de OAEs e visando prolongar sua vida útil, o professor da Rutgers University, Hani Nassif, recebeu, em 2017, o desafio de desenvolver um procedimento de dosagem de um concreto de ultra-alto desempenho (UHPC), com mate-

riais locais, que não fissurasse nas primeiras idades, com menores custos, para a substituição do pavimento de uma ponte de New Jersey, nos Estados Unidos. Sua conferência plenária no 65<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto versou sobre este programa.

O desenvolvimento do UHPC usou cimento, aditivos, fibras metálicas, escória de alto forno, areia leve de rio e água. As dosagens consideraram as experiências de outros estados, combinaram diferentes materiais e diferentes abordagens de mistura e de abatimento.

Foram adotados três procedimentos de mistura dos materiais: todo cimento de um vez e aditivos e escórias em duas metades; todos os componentes misturados em duas metades; e todos os componentes em três terços. Em condições laboratoriais, o primeiro procedimento de mistura apresentou melhores resultados de desempenho (Tabela 1).

O programa de pesquisa buscou estudar os efeitos isolados do agregado leve e dos

aditivos nas resistências mecânicas do concreto, variando suas proporções na mistura. Os resultados indicaram que:

- ▶ Os agregados leves contribuem para reduzir em até 30% as retrações autógenas, isto é, decorrentes das reações químicas no concreto, com ligeira diminuição da resistência à compressão e do abatimento, mas com pronunciada redução do módulo de elasticidade;
- ▶ Os aditivos redutores de fissuração reduzem a retração por secagem em até 40%, com pequena diminuição da resistência e do módulo;
- ▶ Os aditivos retardadores de pega contribuem para estender o estado fresco do UHPC, sem influenciar seu desempenho.

A conclusão foi que os agregados leves (numa proporção de

**TABELA 1**

CARACTERÍSTICAS DO UHPC PRODUZIDO COM TRÊS TIPOS DE MISTURAS

Mixing Method	Mix	Flow Diameter (mm)	Compressive Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)	Slanted Shear (MPa)	Splitting Tensile Bond (MPa)	Restrained Shrinkage Crack Area, mm <sup>2</sup> (# cracks)		
								Day 3	Day 7	Day 28
Three Batching <sup>1</sup>	1	140	29 (109)	5 (14)		3 (7)	2 (2)	Zero	Zero	11 (44)
	2	178	25 (104)	5 (14)		2 (8)	2 (2)			
Two Batching <sup>1</sup>	3	152	39 (96)	6 (13)	24 (24)			Zero	1.1 (4)	12.0 (39)
Mono Batching <sup>1</sup>	4	178	71 (133)	9 (18)	30 (33)			Zero	6.2 (39)	13.7 (87)
	5*	216	60 (121)	7(15)	27 (36)	12 (15)	2 (3)	0.27 (2)	2 (10)	6.1 (35)
Small Batch <sup>2</sup>	6	165	31 (106)	5 (13)	30 (32)	19 (25)	2 (4)			

Note: \* refers to mixes that includes 4 fl. oz. of workability retaining admixture, <sup>1</sup> refers to a mixture produced using the Imer 360 mixer, <sup>2</sup> refers to a mixture produced using a 20 L Hobart mixer

50% do volume de areia) e os aditivos (na proporção de 2%) reduzem significativamente a taxa de tensão de retração, contribuindo para um material livre de fissuras.

Os ensaios laboratoriais de uma placa de concreto de alto desempenho com uma capa de UHPC à flexão apresentou fissuras de 0,035 mm no UHPC logo acima da placa de HPC, que, por sua vez, apresentou fissuras de 0,957 mm. Não houve deslocamento.

Ensaio de campo numa área de 6 m por 4,9 m, concretada com HPC, com 19 cm de abatimento e controle de temperatura de 17,8°C, e com 255 litros de UHPC, homogeneizado em misturador de alta rotação, com abatimento máximo de 28 cm e lançado sobre o HPC em quadrantes, formando camada de 7 cm, com cura úmida após 15 minutos, não apresentou fissuras aparentes. Já, as concretagens sem cura fissuraram em uma hora.

Segundo Nassif, o custo para produção e execução do UHPC foi 20% do custo do procedimento mais usual, atualmente cerca de quarenta mil dólares por metro cúbico.

As lições aprendidas quanto à substituição do pavimento pelo UHPC desenvolvido pelo programa foram: preparação prévia do substrato com hidrojateamento e umidificação prévia de duas horas antes do lançamento do UHPC; lançamento do UHPC ao longo da rodovia, sendo o bombeamento proibido, para evitar superaquecimento do concreto; cura úmida ou química logo após o lançamento.

Perguntado sobre como os resultados podiam contribuir com as pesquisas brasileiras sobre UHPC, Nassif disse esperar que “a prova de conceito e os resultados apresentados possam auxiliar e estimular os pesquisadores e profissionais brasileiros a otimizar suas dosagens do UHPC para as diferentes finalidades de aplicação, a um custo menor, contribuindo para sua maior disseminação e viabilidade comercial”.

O UHPC foi tratado ainda em dois seminários no 65º Congresso Brasileiro do Concreto. No II Seminário de Concreto Dossado em Central, coordenado pelo diretor institucional do IBRACON, Eng. Maurício Bianchini, o gerente técnico do Grupo Base, Eng. Jean Marcelo Souto, trouxe um estudo da aplicação do UHPC em áreas sujeitas a ataques de ácidos. Este seminário focou a questão da diminuição de impactos ambientais na produção de concreto. Já, o Seminário de Materiais não Convencionais para Estruturas, coordenado pelo diretor de publicações do IBRACON, Prof. Marco Cárnio, abordou os avanços nas discussões para normalização brasileira do UHPC, bem



Prof. Hani Nassif responde a pergunta feita pelo coordenador das conferências plenárias, Prof. Tulio Bittencourt

como das estruturas de concreto com armaduras não metálicas.

Por sua vez, a pesquisa e o desenvolvimento do pavimento de concreto para rodovias e para pavimentação urbana em geral, os aprendizados com suas aplicações, suas vantagens técnicas e econômicas e a perspectiva futura de seu uso no país foram discutidos no Seminário de Infraestrutura, coordenado pelo conselheiro do IBRACON, Eng. Hugo Armelin, da diretoria de vendas da Votorantim Cimentos. Houve também a demonstração ao vivo da concretagem de um pavimento urbano de concreto no Centro de Convenções, coordenado pelo presidente da ABESC, Eng. Wagner Lopes.

## SOLUÇÕES ATUAIS E POTENCIAIS PARA NEUTRALIDADE DO CARBONO

Uma vitrine de soluções atuais para mitigar a pegada de carbono no setor da construção foi exposta no Seminário de Sustentabilidade



Eng. Luiz Guilherme Rodrigues de Melo, diretor de planejamento e pesquisa do DNIT, responde a pergunta ao lado de outros palestrantes, no Seminário de Infraestrutura



# 65º

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

de, coordenado pelo diretor 2º vice-presidente do IBRACON, Eng. Carlos Massucato. “O tema da sustentabilidade precisa ser abordado com mais intensidade pelo nosso mercado porque o Brasil é uma referência mundial em termos de emissões de carbono de seus produtos cimentícios e a desmaterialização da construção é uma necessidade no setor”, justificou Massucato.

A pesquisadora da ETH Zurich, Fernanda Belizário Silva, apresentou o passo a passo para calcular as emissões incorporadas de CO<sub>2</sub> em um metro cúbico de concreto e em um metro quadrado de uma estrutura de concreto com uso de dados genéricos da plataforma on-line SIDAC (Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção) e outras fontes públicas. O SIDAC foi demandado pelo Ministério de Minas e Energia do Governo Federal, desenvolvido por universidades e institutos de pesquisa brasileiros e é operado pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS).

Diferentemente das Declarações Ambientais de Produto, que trazem dados de emissões de carbono e uso de energia dos fabricantes, o SIDAC traz dados genéricos sobre emissões de carbono e demanda de energia dos principais insumos e materiais de construção nacionais. Esses dados são apresentados por um espectro de valores por tipo de produto, variabilidade associada a diferentes processos de produção dos fabricantes brasileiros.

As emissões de carbono estão presentes em todas as fases da construção, desde a extração das matérias-primas e seu beneficiamento, passando por sua aplicação em obras, até a demolição e reuso dos materiais reciclados. As emissões incorporadas

são todas essas emissões exceto as relacionadas com o uso da edificação ou obra de infraestrutura, isto é, são as emissões vinculadas aos materiais de construção.

O passo a passo para quantificar emissões incorporadas de carbono consiste em:

- ▶ Quantificação das fontes de emissão;
- ▶ Multiplicação dessas quantidades pelos respectivos fatores de emissão;
- ▶ Acúmulo de emissões ao longo do ciclo de vida.

Exemplificando a pegada de carbono de um metro cúbico de concreto de 25 MPa e 100 mm de abatimento (concreto convencional), da extração de matérias-primas até sua pronta entrega no caminhão betoneira:

- ▶ Quantifica-se as massas de cimento, areia, brita, aditivo e água usados no traço do concreto;
- ▶ Corrige-se essas quantidades pelo índice de perdas, obtido pela razão entre o volume de resíduos e o volume do concreto;
- ▶ Adiciona-se as quantidades de rejeitos e efluentes decorrentes da produção do concreto;
- ▶ Multiplica-se essas quantidades pelos seus respectivos fatores de emissão: por exemplo, o fator de emissão do cimento é 0,75 kg de CO<sub>2</sub> por quilograma de cimento;
- ▶ O processo se repete para calcular a pegada do transporte na produção do concreto.

O resultado apresentado por Belizário foi uma pegada de 283 kg de CO<sub>2</sub> por metro cúbico de concreto, sendo 80% deste valor atribuído à produção de cimento.

Os exemplos de cálculo serviram para mostrar o quão simples é o procedimento e onde estão as informações necessárias. “A construção tem muitas oportunidades de redução das emissões de CO<sub>2</sub>. O cálculo das emissões e sua comparação entre diferentes fornecedores podem embasar decisões estratégicas de reduzir a pegada de carbono dos produtos da construção”, concluiu Belizário, que teve sua publicação lançada no 65º Congresso Brasileiro do Concreto, o Boletim Técnico de Quantificação das Emissões de CO<sub>2</sub> incorporadas em Materiais Cimentícios e Estruturas de Concreto.

Outra novidade trazida para o Seminário foi a produção de areia com uso de quartzo, subproduto da mineração de minério de ferro. A engenheira da Agera, Mariana Menezes, apresentou a descrição desse novo material de construção, comercializado pela empresa, e sua normalização e análise química. A principal diferença em relação à areia convencional é a maior quantidade de material pulverulento: esta apresenta teor típico de 48%, enquanto aquela, 21%. Ela tem sido aplicada na fabricação de tijolos cerâmicos e como sub-base de pavimentação.

O professor da Universidade Federal do Ceará, Eduardo Cabral, apresentou seus estudos patenteados de composição de um cimento álcali-ativado a partir de cinza pesada e escória de aciaria e de seu método de obtenção do concreto de alta trabalhabilidade com este ligante e agregados de escória de aciaria.



Engª Fernanda Belizário em momento de sua palestra no Seminário de Sustentabilidade

Os cimento álcali-ativado é composto por cinzas volantes (subprodutos das usinas termelétricas a carvão), sílica ativa (subproduto da indústria metalúrgica) ou metacaulim (material pozzolânico obtido da queima de argila branca), com altos teores de cálcio, e ativadores alcalinos (carbonatos ou hidróxidos). Esses tipos de cimentos têm menor pegada de carbono que o cimento convencional, sendo uma alternativa limitada para sua substituição devido à baixa disponibilidade de suas matérias-primas.

O cimento álcali-ativado de cinza pesada e escória de aciaria obteve uma pegada de carbono de 131 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, ganho de quase 200% em relação ao concreto de cimento Portland (333 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>).

Os estudos apontaram que o concreto obtido com o cimento álcali-ativado obteve altos valores de resistência à compressão e trabalhabilidade. Sua prova de conceito foi a fabricação de uma cadeira de concreto armado.

O Congresso Nacional aprovou o projeto de lei que cria o mercado regulado de carbono no Brasil. De acordo com o projeto, indústrias com emissões acima de 25 mil toneladas por ano terão que comprar créditos de carbono; por outro lado, as que ficarem abaixo deste teto receberão permissões para venderem créditos de carbono. O tema foi apresentado pela professora da Universidade Latino-Americana (Unila), Edna Possan, que buscou apresentar um panorama das discussões em torno do mercado de carbono e seus impactos na cadeia da construção.

No mercado de carbono, as empresas serão obrigadas a fazer seus inventários de emissões, de modo que serão incentivadas a reduzir sua pegada de carbono, pois a diferença entre o teto de emissões do setor e o da empresa em particular valerá créditos, que poderão ser vendidos para as empresas que ultrapassarem o teto.

Atualmente, o preço médio do crédito de carbono, que equivale ao abatimento de uma tonelada de CO<sub>2</sub>, está entre 10 dólares (África) e 50 dólares (Europa). Para atingir a meta de 1,5°C do Acordo de Paris, esse preço médio deverá variar de 40 a 80 dólares por tonelada. Na Suécia, o preço para quem ultrapassa o teto é de 127 dólares e levou a uma queda de 30% nas emissões de gases do efeito estufa desde a implantação da taxa em 1991.

Para o professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e diretor do CBCS, Vanderley John, “o mercado de carbono vai aumentar o preço do cimento e do concreto e essa variação será função da quantidade de clínquer no cimento”. Isto porque de cada 100 gramas de carbonato de cálcio, matéria-prima da fabricação do cimento, 56 gramas se transformam em clínquer e 44 gramas se convertem em CO<sub>2</sub>, que é emitido para a atmosfera.

A despeito disso, a entidade *Global Cement and Concrete Association* endossa a precificação do carbono para incentivar a descarbonização. Em seu roadmap setorial para alcançar emissões zero em 2050, o GCCA preconiza a redução da emissão de carbono na produção de clínquer (por meio de combustíveis alternativos, maior eficiência energética, eletrificação dos fornos de



Prof. Vanderley John responde a pergunta no Seminário de Sustentabilidade, ao lado de outros palestrantes

cimento etc.), a redução de clínquer no cimento (com maiores teores de filer, argila calcinada e novos materiais suplementares etc.), a redução do cimento no concreto (com menor teor mínimo regulamentado de cimento no concreto, maior uso do concreto usinado e de aditivos etc.) e a redução do CO<sub>2</sub> na construção (por meio da redução de perdas e desperdícios, otimização topológica de projetos e captura de CO<sub>2</sub> nos resíduos de materiais cimentícios etc.).

A escolha do fabricante é um dos fatores determinantes para que uma obra tenha maior ou menor impacto ambiental. Este fato pode ser constatado no Sidac, que mostra uma ampla faixa de valores de emissões para produtos com as mesmas especificações técnicas.

A Gerdau apresentou no Seminário de Temas Controversos, coordenado pelo conselheiro do IBRACON, Prof. Bernardo Tutikian, o aço CA-070, que tem sido usado em vigas de transição, pilares pré-fabricados, bloco de fundação e radier, com ganhos de até 30% na redução da armação e, conseqüentemente, nas emissões de carbono.

Segundo o palestrante Maurício Martins, o CA-70 é mais uma opção para estruturas densamente armadas, por reduzir a taxa de armação e facilitar a concretagem dos elementos estruturais.

Sua apresentação mostrou que o CA-70 tem comportamento similar ao CA-50, atendendo ao alongamento mínimo de 8% (ABNT NBR 7480). Porém, apesar de nenhum elemento de liga ter sido adicionado que pudesse comprometer a resistência à corrosão, há necessidade de ensaios de longa duração para comprovar os modelos numéricos. A perda de rigidez da seção e aumento da área crítica de fissuração devido ao aumento do espaçamento entre as barras precisam também ser melhor investigados, bem como o comportamento à fadiga.

Nesta linha, o professor da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), Maurício Mâncio, apresentou o aço microcompósito, praticamente sem ferrita, componente do aço responsável por sua corrosão, e com cromo, que forma um filme de passivação, barreira protetora contra agentes agressivos do meio que poderiam atacar o aço. Apesar de ter um custo 50% maior que o aço carbono, o aço microcompósito contribui com a desmaterialização dos elementos estruturais em até 17%.



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió



Prof. Maurício Mâncio palestrando no Seminário de Temas Controversos

Para Mâncio, o aço microcompósito poderá ser associado ao concreto estrutural para promover, sem riscos, sua carbonatação, reação química entre a cal presente no concreto e o dióxido de carbono, capturando e fixando este. Hoje, o problema com a carbonatação do concreto é o risco de perda de passivação de seu interior, que leva à

corrosão da armadura. Ele defende que, com o aço microcompósito, a carbonatação deverá ser buscada com a adição de cal ao concreto. Segundo ele, o potencial dessa captura do carbono da atmosfera pelas estruturas de concreto é de 700 milhões de toneladas por ano, estimativa bem acima da projetada no Roadmap para a carbonatação do concreto. Por enquanto, a perspectiva de produção do aço microcompósito no Brasil é de médio a longo prazo.

Outro material estrutural que poderá ser usado no concreto carbonatado são as barras de polímero reforçado com fibras. Essas são constituídas por fibras de carbono, aramida, vidro ou basalto, envolvidas por uma matriz polimérica (epóxi, poliéster ou vinil). Além de serem leves e de geometria variada, apresentam alta resistência à tração e à corrosão.

Atualmente, elas têm sido usadas nos projetos de estruturas de concreto como medida especial de proteção e conservação de obras em condições adversas de exposição.

A professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Gláucia Dalfré, trouxe, para o Seminário de Temas Controversos, diversos estudos experimentais nos quais diferentes tipos de barras de FRP foram submetidas a ensaios acelerados para ambientes alcalinos (poros do concreto são preenchidos por uma solução alcalina), aquosos e salinos (condições de umidade e maresia às quais as estruturas de concreto podem ser submetidas). Em geral, os resultados não foram promissores: descolamento da interface matriz/fibra; microfissuras na matriz; perda significativa de resistência à tração; entre outros.

Como os ensaios acelerados apresentam condições mais agressivas do que as encontradas onde as obras estão, foram trazidos estudos de casos de uso de barras de FRP em obras no exterior. No tabuleiro de uma ponte com 15 anos, observou-se que a microestrutura das barras se manteve íntegra, a seção das fibras não foi reduzida e não havia sinais aparentes de perda de aderência entre a matriz e as fibras. Em outro estudo que avaliou 11 pontes nos Estados Unidos, entre 15 e 20 anos de serviço, verificou-se mínimas evidências de degradação das fibras, da matriz e da interface.

Atualmente, as normas de barras de polímeros reforçados com fibras (ABNT NBR 17201-1) e do projeto de estruturas de concreto armado com barras de polímero reforçado com fibras (ABNT NBR 17196) estão em vias de serem publicadas.

Por fim, as novidades em termos de pesquisa e aplicações do concreto 3D, concreto dosado para alimentar impressoras de peças e estruturas de concreto, tecnologia que promete revolucionar o setor construtivo, no que se refere à produtividade, à diminuição de desperdícios



Auditório cheio assiste palestra no Seminário de Argamassas

e ao uso eficiente de materiais, com redução de impactos ambientais (ecoeficiência), foram apresentadas e discutidas por Carlos Massucato com os estudantes que participaram do 65º Congresso Brasileiro do Concreto, na sessão Corujão, coordenada pelo diretor-secretário do IBRACON, Prof. Cláudio Sbrighi Neto.

## OUTROS TEMAS E ATIVIDADES

Outros temas, como proteção contra incêndio, retrofit, edifícios altos, argamassas, paredes de concreto, concreto colorido e concreto pré-fabricado foram apresentados e discutidos nos Seminários do Dia do Construtor, de Engenharia Estrutural de Obras de Concreto e de Argamassas.

“Tivemos apresentações sobre argamassas de revestimentos, argamassas de assentamento e grautes estabilizados para uma plateia formada por profissionais da academia, do mercado produtor, de fabricantes de aditivos químicos e de construtoras”, exemplificou o coordenador do Seminário de Argamassas, Prof. Bernardo Tutikian.

Além disso, foram apresentadas e publicadas centenas de artigos técnico-científicos de estudantes de graduação e pós-graduação das universidades, institutos de pesquisa e empresas brasileiras.

Na avaliação do professor do Centro Universitário de Brusque, Elias Riffel, “as palestras técnico-científicas evidenciaram a questão ambiental neste evento que reúne pesquisadores e profissionais de todo Brasil”.

A estudante de engenharia civil com dupla formação em arquitetura da USP São Carlos, Daniele Hanna, que participa pela terceira vez do Congresso Brasileiro do Concreto, mostrou-se muito grata em participar das apresentações e “perceber que a cada ano tem sempre algo novo a aprender”.

Das centenas de trabalhos apresentados, o artigo “Nova abordagem integrada para o controle do concreto projetado reforçado com fibras, de autoria de Antonio Domingues de Figueiredo, Alan Estrada, Sérgio Cavalari e Luís Felipe dos Santos, ganhou o Prêmio Maria Alba Cincotto, como artigo do ano.

O evento contou ainda com dois cursos de qualificação profissional - estanqueidade de estruturas e avaliação multinível de concretos afetados por reações expansivas, três concursos estudantis (texto nesta edição), premiações (texto nesta edição), jantar Concrete Lovers (para estudantes participantes dos concursos estudantis) e a Feira Brasileira das Construções de Concreto (Feibracon), com participação de 7 patrocinadores e 12 expositores, que expuseram seus produtos e serviços aos participantes. Os patrocinadores tiveram ainda a oportunidade de apresentarem palestras técnico-comerciais no Seminário de Novas Tecnologias.

Um momento comovente foi o pronunciamento da presidente da Cooperativa dos Artesãos de Barra Nova (Cooperartban),



Vista aérea da Feibracon

Lidinalva Oliveira, por ocasião do lançamento da pedra fundamental da nova sede da cooperativa na solenidade de abertura do 65º Congresso Brasileiro do Concreto. Resultado de uma parceria entre o IBRACON, a ABNT e o Instituto Nós por Elas para viabilizar financeiramente a obra, a velha sede foi demolida, o projeto arquitetônico e estrutural da nova sede está pronto e já se iniciaram os primeiros trabalhos de execução da obra. “Este projeto é muito importante e caiu como um milagre nas nossas vidas. É muita emoção porque a gente vem lutando há 20 anos em um espaço em ruínas”, disse.

“O IBRACON vem desenvolvendo ações de cunho técnico na área do concreto há 52 anos. Esta é uma ação de viés social a respeito do conforto e bem-estar que o concreto pode proporcionar”, arrematou o presidente do IBRACON, Julio Timerman.



Presidentes das associações envolvidas no projeto da nova sede da Cooperartban na solenidade de abertura



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

## Premiações de profissionais

Foram entregues títulos de sócios honorários, homenageados os profissionais de destaque do ano e premiadas as teses de doutorado na cerimônia de abertura do 65º Congresso Brasileiro do Concreto.

### PRÊMIO PROFISSIONAIS DE DESTAQUES DO ANO

O Prêmio reconhece profissionais com contribuições significa-

tivas para o avanço do conhecimento científico e tecnológico do concreto no país.

A indicação é livre para os associados, a escolha é feita por comissões e pautada por critérios técnicos, sendo a decisão final do Conselho Diretor e diretoria do IBRACON.

Conheça os agraciados!

### PRÊMIO EMÍLIO BAUMGART

ATRIBUÍDO AO DESTAQUE EM ENGENHARIA DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

**RUI OYAMADA**



Ruy Oyamada com o prêmio entregue pelo diretor tesoureiro, Nelson Covas

Professor no departamento de engenharia de estruturas e geotécnica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sócio-diretor da Outec, onde é responsável pela contratação, desenvolvimento e coordenação dos projetos para pontes estaiadas, pontes em balanços sucessivos, linhas de monorail e obras metroviárias e rodoviárias.

### PRÊMIO GILBERTO MOLINARI

RECONHECIMENTO AOS RELEVANTES SERVIÇOS PRESTADOS AO IBRACON

**ENIO JOSÉ PAZINI FIGUEIREDO**



Enio Pazini recebe seu prêmio do diretor de eventos do IBRACON, Tulio Bittencourt (dir)

Professor aposentado da Universidade Federal de Goiás, onde exerceu os cargos de coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, chefe de laboratório de materiais de construção e coordenador do curso de especialização em gestão e gerenciamento de obra.

Conselheiro mais votado por três vezes consecutivas do IBRACON, onde foi diretor de cursos, vice-presidente, sendo atualmente assessor da presidência e coordenador do Comitê Técnico CT 802 Manutenção e reabilitação de estruturas.

## PRÊMIO LIBERATO BERNARDO

DESTAQUE EM TECNOLOGISTA  
DE LABORATÓRIO DE CONCRETO

**ALEX DOS REIS**



Alex dos Reis posa com seu prêmio ao lado do presidente do IBRACON, Julio Timerman

Tecnologista com mais de 14 anos no laboratório central da Polimix Concreto, executando e ajustando dosagens de concretos para 250 centrais distribuídas em todo o país.

Responsável por garantir a qualidade do concreto no estado fresco e endurecido para pavimentações, estruturas especiais, paredes e pisos industriais.

## PRÊMIO FRANCISCO DE ASSIS BASÍLIO

DESTAQUE EM ENGENHARIA DE CONCRETO  
NA REGIÃO DO CBC

**FLÁVIO BARBOZA DE LIMA**



Flávio Barboza de Lima recebe seu prêmio da diretora regional em Alagoas, Aline Barboza

Professor aposentado do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, onde foi vice-diretor, prefeito universitário, superintendente de infraestrutura, coordenador de laboratório de estruturas e materiais e chefe de departamento de engenharia estrutural.

Foi diretor regional do IBRACON em Alagoas, quando coordenou o 54º Congresso Brasileiro do Concreto, em 2012.

## PRÊMIO EPAMINONDAS MELLO DO AMARAL FILHO

DESTAQUE EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE  
ESTRUTURA DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO

**HINOEL ZAMIS EHRENBRING**



Hinoel Ehrenbring posa com prêmio recebido do diretor 2º secretário, José de Abreu

Professor da Universidade do Vale do Rio dos Sinos e responsável técnico por seu laboratório de desempenho e construção civil.

Autor do capítulo "Concreto autoadensável" do livro "CONCRETO: Ciência e Tecnologia" e do livro "Concreto flexível com fibras: princípios, dosagens e aplicações".

Diretor regional do IBRACON no Rio Grande do Sul.

## PRÊMIO LUIZ ALFREDO FALCÃO BAUER

DESTAQUE EM ENGENHARIA DE PESQUISA  
EM TECNOLOGIA DE ESTRUTURA DE CONCRETO

**RUBENS CURTI**



Rubens Curti recebe seu prêmio do diretor secretário do IBRACON, Claudio Sbrighi Neto

Supervisor técnico dos laboratórios em tecnologia de concretos e agregados da Associação Brasileira de Cimento Portland.

Instrutor em cursos na área de tecnologia de materiais e coordenador na elaboração e revisão das normas de ensaios de concreto na Associação Brasileira de Normas Técnicas



65°

CONGRESSO BRASILEIRO DO

**CONCRETO**

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

## Prêmio de Teses e Dissertações

Para prestigiar os trabalhos cadastrados no CONCRETO Brasil, banco de teses e dissertações dedicadas ao concreto, o IBRACON concedeu Prêmio de Teses e Dissertações a um

trabalho na área de estruturas e outro na área de materiais e técnicas, por suas contribuições para o conhecimento científico sobre o concreto.

### MELHOR TESE EM ESTRUTURAS

**CISALHAMENTO UNIDIRECIONAL E RESISTÊNCIA À PUNÇÃO DE LAJES DE CONCRETO ARMADO SEM ARMADURA TRANSVERSAL SOB CARGAS CONCENTRADAS**

#### AUTOR

Alex Micael Dantas de Sousa

#### ORIENTADOR

Prof. Mounir Khalil El Debs

**Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**



Diretor de pesquisa e desenvolvimento do IBRACON, Leandro Trautwein faz entrega do prêmio

### MELHOR TESE EM MATERIAIS E TÉCNICAS

**APROVEITAMENTO DA FRAÇÃO FINA DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> ASSOCIADAS AO CIMENTO PORTLAND**

#### AUTORA

Dayana Ruth Bola Oliveira

#### ORIENTADOR

Prof. José Marques Filho

**Universidade Federal do Paraná**



Dayana Oliveira recebe o prêmio do diretor 2° vice-presidente, Carlos Massucato

# Sócios-honorários

O título de sócio-honorário é a maior comenda concedida a um profissional pelo IBRACON. Sua concessão

é proposta pelo Conselho Diretor e referendada pela Assembleia Geral.

## ÍRIA LÍCIA OLIVA DONIAK



Íria Doniak com o título recebido do presidente do IBRACON, Julio Timerman

Presidente-executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), vice-presidente da Federação Internacional do Concreto Estrutural (fib) e conselheira do IBRACON e do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos de Cimento (Sinaprocim).

Com 35 anos dedicados à engenharia do concreto, sendo os últimos 16 anos voltados à industrialização da construção civil, com destaque para pré-fabricação em concreto.

## MARIO WILLIAM ESPER



Mario William Esper posa com seu título ao lado do vice-presidente do IBRACON, Paulo Helene

Engenheiro civil e mestre pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, ingressou na Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) ainda estagiário e, posteriormente, tornou-se responsável pela engenharia da qualidade, cuidando dos programas interlaboratoriais do cimento e da implementação da marca de conformidade ABNT do cimento.

É presidente do conselho deliberativo da ABNT e diretor titular adjunto do Departamento da Indústria da Construção Civil da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP).

## EDISON DIAS FILHO



Edison Dias Filho recebe o título do presidente da ABESC, Wagner Lopes (esq.)

Economista pela Universidade Católica de Minas Gerais, com mestrado em administração pela Northeastern University. Iniciou sua carreira profissional na IBM do Rio de Janeiro em 1979, mas, logo em seguida, foi para a Cimento Cauê de Belo Horizonte, onde ficou de 1982 a 1997, para seguir para a Supermix Concreto, onde trabalha atualmente.

## MARIA APARECIDA AZEVEDO NORONHA



Julio Timerman entrega título de sócio-honorário do IBRACON a irmã da Maria Noronha, Francis, acompanhado por Paulo Helene

Maria Aparecida Azevedo Noronha formou-se engenheira civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, em 1951.

Doutora em Patologia do Concreto, foi consultora no laboratório Falcão Bauer de 1964 a 1981.

Trabalhou também nas obras da Ponte Rio-Niterói, Rodovia dos Bandeirantes e Rodovia dos Imigrantes e da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo.

Foi professora da Universidade Estadual Paulista - Unip.



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

## Concursos **estudantis**

Os concursos estudantis promovidos pelo Instituto Brasileiro do Concreto atraem centenas de estudantes de engenharia e arquitetura de Brasil inteiro para as edições do Congresso Brasileiro do Concreto. Não foi diferente para o 65ºCBC2024.

Como atividade paradidática, os concursos contribuem para

que os alunos aprendam, na prática, o que foi ensinado em salas de aula. Sob supervisão de professores, os estudantes discutem abordagens teóricas e as aplicam em laboratório para vencerem os desafios propostos pelo IBRACON em cada edição.

Conheça os premiados!

## Concurso **CONCREBOL**

Construir uma esfera leve e resistente de concreto, com dimensões estabelecidas, capaz de rolar numa trajetória retilínea. Isto é o que propõe o Concurso Técnico CONCREBOL, exigindo habilidades para produzir concretos homogêneos e resistentes, e desenvolver métodos construtivos.

A pontuação final é função



Bola de concreto acerta o gol

do diâmetro, volume e massa da bola, de sua uniformidade física e resistência à compressão do concreto.

Participaram da competição 250 alunos agrupados em 28 instituições com 38 bolas.

O concurso foi patrocinado pela Cimento Nacional.

### PREMIAÇÃO CONCREBOL 2024



**1º LUGAR | INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA**  
Equipe: Concreto Mauá



**2º LUGAR | USP SÃO CARLOS**  
Equipe: Econ



**3º LUGAR | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
Equipe: Concrebuco

# Concurso Aparato de Proteção ao Ovo (APO)

Projetar e construir um pórtico de concreto reforçado com fibras com armaduras, ou de concreto armado, ou de concreto protendido ou de compósito cimentício com fibras, resistente às cargas dinâmicas. Este é o desafio do APO aos estudantes.

Ganha o concurso o pórtico



APO resiste a mais um impacto

capaz de resistir a maior energia antes do ovo sob ele ser danificado.

Nesta edição, se inscreveram 25 instituições, totalizando 247 estudantes, que concorreram com 29 aparatos.

O concurso foi patrocinado pela Cimento Nacional.

## PREMIAÇÃO APO 2024



**1º LUGAR | PUC MINAS**  
Equipe: Concreto Uai



**2º LUGAR | INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA**  
Equipe: Concreto Mauá



**3º LUGAR | UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
Equipe: Concreto UFBA



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO

# CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

## Concurso Ousadia

O concurso desafiou os estudantes de arquitetura e engenharia a elaborar o projeto básico estrutural de uma obra de concreto e a desenvolver o planejamento preliminar de sua construção. A obra consiste num Museu com Centro Cultural integrado para revitalizar a região da Lagoa Mundaú, afetada pela subsidência ocasionada pela extração de sal-gema nas minas da região.

Seu objetivo é contribuir para o entrosamento entre estudantes de engenharia civil e arquitetura



Participantes do Concurso Ousadia apresentam seu projeto para Comissão Julgadora e outros presentes

no que diz respeito à eficiência energética, estabilidade estrutural, durabilidade, conforto, sustentabilidade, integração com o meio e aplicação de normas técnicas.

Participaram da competição 17 instituições com 18 projetos, totalizando 242 alunos.

Os três projetos mais bem pontuados receberam os prêmios de Vencedor (1º lugar), Destaque (2º lugar) e Mérito (3º lugar).

O concurso foi patrocinado pela ConcreteShow.

### PREMIAÇÃO OUSADIA 2024



**1º LUGAR | PUC MINAS**  
Equipe: Concreto Uai



**2º LUGAR | UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE**  
Equipe: Mack Concreto



**3º LUGAR | CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI**  
Equipe: Concreto FEI

## Prêmio Medalha Concreto 2024

Por seu melhor desempenho nos três concursos promovidos em 2024, a Medalha Concreto IBRACON foi para a equipe Concreto Uai, da PUC Minas.

# Lançamento de publicações técnicas

O 65º Congresso Brasileiro do Concreto movimentou o mercado editorial com o lançamento de Práticas Recomendadas elaboradas pelos Comitês Técnicos do IBRACON e que

servem como documentos pré-normativos, e de um Boletim Técnico.

Conheça os mais recentes lançamentos editoriais da área de engenharia civil.

## PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO SUBMETIDO A CICLOS DE GELO E DEGELO

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON SUB-COMITÊ 06 – RESISTÊNCIA A CICLOS DE GELO E DEGELO: COMITÊ TÉCNICO IBRACON / ALCONPAT 702: PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**



Estruturas que atendam à indústria do frio (câmaras frigoríficas) e que estejam submetidas a temperaturas negativas em algum período do ano, como ocorre no sul do país, devem atender à norma NBR 15575:2013 “Edificações Habitacionais – Desempenho”, atingindo vida útil de projeto mínima de 50 anos.

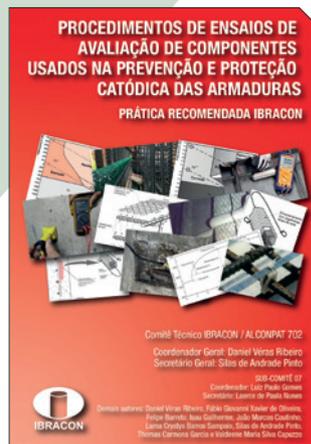
A Prática Recomendada aborda os principais conceitos associados ao fenômeno

de degradação do concreto por ciclos de gelo e degelo e seus fatores intervenientes. De forma didática, são apresentados métodos padronizados para realização de ensaios acelerados para concretos expostos a ambientes naturais de baixa temperatura e ambientes ainda mais extremos, associados à indústria do frio (câmaras frigoríficas).

A publicação auxilia o dimensionamento de estruturas mais duráveis, minimizando custos de manutenção e reparos.

## PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE COMPONENTES USADOS NA PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CATÓDICA DAS ARMADURAS

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON SUB-COMITÊ 07 – PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CATÓDICA – COMITÊ TÉCNICO IBRACON / ALCONPAT 702: PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**



A instalação de ânodos de proteção catódica, sejam galvânicos ou inertes, permite a prevenção e a proteção contra a corrosão de armaduras de estruturas de concreto aéreas, enterradas ou submersas, em especial quando influenciadas por umidade, poluentes, bactérias, gases industriais, cloretos ou dióxido de carbono.

A Prática Recomendada IBRACON/ALCONPAT aborda

os procedimentos de ensaios de avaliação de componentes usados na prevenção e proteção catódica das armaduras, considerada uma das mais importantes técnicas visando o aumento da vida útil das estruturas.



# 65°

## CONGRESSO BRASILEIRO DO **CONCRETO**

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

### PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE AVALIAÇÃO DA LIXIVIAÇÃO DO CONCRETO

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON SUB-COMITÊ 10 -  
LIXIVIAÇÃO - COMITÊ TÉCNICO IBRACON /  
ALCONPAT 702:  
PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE AVALIAÇÃO  
DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**



As matrizes cimentícias sofrem diversas reações e processos físicos e químicos em seu ambiente de serviço. Dentre os vários tipos de deterioração química, a hidrólise dos componentes da pasta de cimento, também conhecida como lixiviação, ocorre quando o material está em contato com a água (ou outra solução com pH significativamente inferior ao da solução alcalina dos poros).

Nas obras de construção civil, a lixiviação pode afetar tanto a estrutura de concreto como elementos não estruturais. No concreto, a lixiviação pode acarretar a redução do efeito protetor às barras de aço, em função da diminuição do pH, o que pode levar à corrosão das armaduras. Em elementos não estruturais, a lixiviação geralmente ocorre em argamassas, sendo a principal problemática de caráter estético, causada pela precipitação de cristais de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), também conhecidos como eflorescências.

Considerando as consequências associadas a aspectos estruturais e estéticos, a lixiviação deve ser evitada. Para isto, os materiais à base de cimento devem ser submetidos a ensaios de desempenho em laboratório, a fim de verificar o comportamento frente a esse processo de degradação. A partir dos resultados obtidos, o projetista poderá especificar materiais e projetar soluções de projeto visando à durabilidade e à não ocorrência de lixiviação.

A Prática Recomendada do IBRACON discute o fenômeno de lixiviação e apresenta os principais ensaios de laboratório existentes.

### BOLETIM TÉCNICO IBRACON/ABECE/ABC - QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE $\text{CO}_2$ INCORPORADAS EM MATERIAIS CIMENTÍCIOS E ESTRUTURAS DE CONCRETO

**COMITÊ TÉCNICO CT 101 IBRACON/ABECE/  
ABC - SUSTENTABILIDADE DO CONCRETO**



Para descarbonizar a construção, o primeiro passo consiste em quantificar as emissões de  $\text{CO}_2$  ao longo do seu ciclo de vida de forma confiável e harmonizada. Tal quantificação permite identificar os processos que mais contribuem para as emissões de  $\text{CO}_2$ , de modo a elencar prioridades para ações de mitigação de impactos ambientais. Também é possível comparar as emissões de  $\text{CO}_2$  de

alternativas que tenham desempenho equivalente, de modo que as decisões dos profissionais da construção também sejam embasadas em critérios ambientais.

O Boletim Técnico traz orientações para quantificar as emissões de  $\text{CO}_2$  incorporadas em materiais cimentícios e estruturas de concreto no contexto brasileiro.

A adoção de uma metodologia de quantificação única e harmonizada é essencial para permitir o desenvolvimento de valores de referência (benchmarks) de emissão de  $\text{CO}_2$  para a construção. Com base nesses benchmarks, é possível estabelecer metas realistas para redução da intensidade de carbono, de modo a incentivar a descarbonização contínua da construção.

## PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE REALCALINIZAÇÃO E EXTRAÇÃO ELETROQUÍMICA DE CLORETOS DO CONCRETO

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON SUB-COMITÊ 08 – DESSALINIZAÇÃO E REALCALINIZAÇÃO – COMITÊ TÉCNICO IBRACON / ALCONPAT 702: PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**



A corrosão das armaduras induzida pela ação de íons cloreto ou pela carbonatação é a principal causa da deterioração precoce das estruturas de concreto armado. Visando seu reparo e a reabilitação, técnicas eletroquímicas podem ser empregadas. O processo de realcalinização busca restabelecer a alcalinidade da solução de poros do concreto em regiões próximas às

armaduras. Já, a extração de cloretos busca a remoção de íons cloreto das proximidades das armaduras em direção à superfície do concreto.

A Prática Recomendada apresenta os procedimentos laboratoriais de realcalinização química, realcalinização eletroquímica e extração eletroquímica de cloretos do concreto. Os principais conceitos envolvidos são discutidos, bem como são abordados os parâmetros intervenientes a ambos os processos e os possíveis efeitos colaterais da aplicação das técnicas.

## PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS VISANDO O MAPEAMENTO DA AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CLORETOS, SULFATOS E CO<sub>2</sub>)

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON SUB-COMITÊ 09 – MAPEAMENTO AMBIENTAL – COMITÊ TÉCNICO IBRACON / ALCONPAT 702: PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**



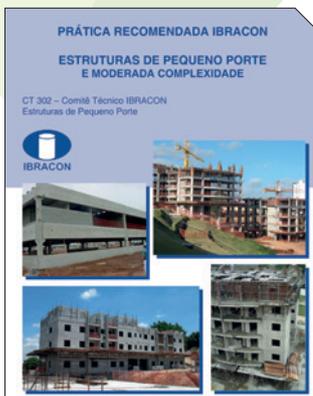
Em se tratando da agressividade ambiental, a ação dos sulfatos, a ação dos cloretos e a carbonatação do concreto envolvem fenômenos que levam a significativos processos de degradação das estruturas de concreto armado, através de reações expansivas do concreto ou da corrosão das armaduras, que podem afetar seu desempenho e vida útil, bem como a segurança estrutural.

Esta Prática Recomendada aborda os principais agentes atmosféricos de degradação das estruturas de concreto armado (cloretos, sulfatos e CO<sub>2</sub>), apresentando as ferramentas disponíveis para a avaliação da agressividade ambiental, considerando as particularidades de cada fenômeno envolvido.

Seu público-alvo é composto por profissionais da engenharia civil e com formações afins, que trabalham com projetos de estruturas de concreto armado, com engenharia diagnóstica, mas, também, com tecnologia do concreto e recuperação de estruturas sob os processos de degradação aqui tratados.

## PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON ESTRUTURAS DE PEQUENO PORTE E MODERADA COMPLEXIDADE

**COMITÊ TÉCNICO CT 302 – ESTRUTURAS DE PEQUENO PORTE**



A publicação circunscreve-se a obras de edifícios de porte moderado, de até cinco pavimentos, e com arranjos estruturais relativamente simples, nos quais diversas simplificações podem ser admitidas na modelagem e no dimensionamento da estrutura.

O trabalho apresenta todo um roteiro para o desenvolvimento do projeto estrutural, reportando-se sempre às normas técnicas vigentes e a publicações específicas. Além dos aspectos de segurança e estabilidade, são feitas considerações sobre o desempenho da estrutura e da obra como um todo, contemplando segurança contra ação de incêndios, desempenho acústico, estanqueidade e durabilidade.

Além dos aspectos de projeto, a publicação traz ainda orientações gerais para a execução e o controle da qualidade das estruturas consideradas, incluindo estruturas de concreto moldadas no local (estruturas reticuladas e paredes de concreto), estruturas pré-moldadas (elementos lineares e painéis pré-moldados de concreto) e alvenaria estrutural em blocos vazados de concreto.