

Revista de Tecnologia da Construção • Mar/Abr 99 Ano 8 • R\$ 9,70 • PINI

**ENTREVISTA**

Paulo Helene: o mestre do concreto dá sua aula

**PISOS**

Obra no hipermercado Bompreço é marco no combate às juntas

**CONCRETO PROJETADO**

Cuidados para evitar a reflexão, principal foco de desperdício

**TECNOLOGIA**

Conheça o conceito e as vantagens das fachadas ventiladas

**RETROSPECTIVA**

Um resumo de tudo o que publicamos nestas 39 edições e uma prévia do que virá nas seguintes

## SALA JÚLIO PRESTES

Uma estação ferroviária coloca o Brasil no circuito mundial da música erudita

&amp;

**ENSAIOS**

A influência de novos materiais na análise experimental das estruturas

**INFRA-ESTRUTURA**

As soluções da Odebrecht para a barragem de Seven Oaks, EUA

**CERTIFICAÇÃO**

Qualicon propõe organizar sistemas baseados em critérios evolutivos

**COMO CONSTRUIR**

Instalações de GLP em edificações

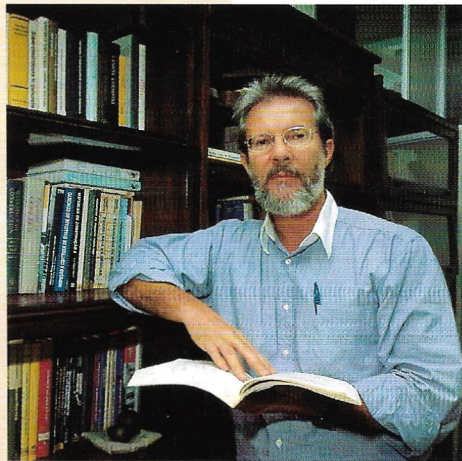
ISSN 0104.1053



9 770104 105000

# Transferência de tecnologia

A trajetória do engenheiro Paulo Helene acompanha a história recente da Poli-USP e do próprio estudo das estruturas de concreto no Brasil. Desde 1972, quando se formou, ele vem construindo uma sólida carreira acadêmica, que culminou, em 1997, com sua nomeação para professor titular. Consultor de várias empresas e entidades, coordenador de 20 reuniões técnico-científicas e autor ou co-autor de mais de 100 trabalhos técnicos, Paulo Helene escreveu seis livros e traduziu outros três nas duas esferas de pesquisa que compõem sua vida profissional: a de controle, produção e tecnologia do concreto e a de patologia (diagnóstico e recuperação de estruturas). Nesta entrevista, o professor usa os seus 27 anos de engenheiro e acadêmico para analisar alguns gargalos dessas áreas. "Os projetistas entendiam que lhes cabia fixar a resistência mecânica, enquanto a durabilidade era de competência da obra, da tecnologia do concreto ou do construtor. Na realidade, a durabilidade é definida no projeto." Segundo ele, as primeiras normas brasileiras já foram feitas com deficiências em relação à durabilidade, referindo-se ao cobrimento da armadura, "três vezes menor que o praticado nos EUA". Gerente de ensino de graduação da Poli-USP, Paulo Helene também envereda pela educação, defendendo a separação entre o diploma de engenharia e a habilitação para o exercício profissional. "No futuro, o Crea vai exigir alguns requisitos que comprovem a capacidade do profissional", arrisca.



**No âmbito acadêmico e especificamente na área de concreto, o senhor é uma referência para as últimas gerações de engenheiros. Como isso começou?**

Passéi a me dedicar realmente às atividades acadêmicas a partir de 1987, quando obtive o doutoramento e comecei a orientar alunos em cursos de pós-graduação. Nestes 11 anos consegui formar 27 mestres e 13 doutores. Muitos deles são agora líderes em diferentes centros de pesquisa, universidades e institutos do país, o que é muito gratificante para mim.

**A universidade é também uma produtora de conhecimento. De que forma ela o repassa à sociedade e ao mercado?**

Boa parte da pesquisa feita na universidade é uma atividade científica que acaba tendo pouca penetração no setor produtivo. No entanto, esses trabalhos podem ser transmitidos ao setor privado por meio de convênios de pesquisa, cursos e encontros técnicos. Toda a área de extensão universitária comporta cursos de atualização e até de especialização e mestrado tecnológico.

**Mas ainda há muita crítica das empresas quanto à participação da universidade no desenvolvimento tecnológico da construção civil...**

Se as empresas se voltam à universidade, definindo e discutindo com os pesquisadores o que elas desejam e necessitam, certamente a universidade vai desenvolver trabalhos com aplicação mais imediata. Ocorre que, na busca de recursos para pesquisa e desenvolvimento, muitas vezes o pesquisador atua por si próprio ou com base na bibliografia internacional. Diante do que parece ser interessante, ele vai atrás de recursos nas agências de fomento (Finep, Capes, CNPq, Fapesp etc.) e pode fazer um trabalho um pouco dissociado da realidade da engenharia nacional. Entendo que, no caso de ciência

aplicada, como a engenharia civil, os projetos de pesquisa devam ser desenvolvidos com base em três fontes: a universidade, com seus recursos de infra-estrutura, conhecimento etc., a empresa privada, que entraria com algum capital, mão-de-obra ou canteiro de obras, o que é muito importante, e as agências de fomento, dando o dinheiro a fundo perdido para os equipamentos necessários. O Departamento de Construção Civil da Poli-USP tem sido privilegiado nesse aspecto. Desenvolvemos muitos projetos nos últimos oito anos, com apoio do setor privado e das agências de fomento. Em especial, a área de concreto na USP é altamente privilegiada, pois conta com a proximidade física e o apoio das capacidades laboratoriais e alta qualificação dos pesquisadores do IPT e da ABCP.

**O senhor poderia citar alguns exemplos dessa natureza?**

A Encol é um caso histórico. Entre 1988 e 1993 tivemos muitos projetos conjuntos, em parte financiados por agências de fomento e grande parte pela própria Encol. Outra empresa que teve trabalho nessa linha, principalmente na área de concreto projetado, foi a CBPO. Esta foi uma interação muito interessante porque para fazer experiências com concreto projetado em túneis é preciso ter o túnel, o que não é possível no campus da universidade. Chegamos a ter trechos de 2 a 3 km para fazer experiências. Tivemos obras em Campinas-SP e também túneis do metrô em São Paulo. Existem outras experiências no departamento. Uma, por exemplo, liderada pelo professor Vahan Agopyan, é muito interessante. Ela envolve a Companhia Siderúrgica de Tubarão e algumas construtoras, na busca de aglomerantes alternativos.

**Como empresas médias podem usufruir desse conhecimento?**

A empresa média e os profissionais em geral acabam usufruindo do conhecimento à medida que promovemos eventos, publicações e cursos nas áreas de especialização, atualização e mestrado tecnológico. Outra forma de haver a participação de pequenas empresas nesse processo, e isso os professores Fernando Henrique Sabbatini e Luís Sérgio Franco já conseguiram, é fazer uma associação de pequenas empresas.

**Na área do concreto, sua especialidade, como se dá a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico?**

Em duas vertentes: a de controle da qualidade, de produção e tecnologia do concreto, que envolve dosagem, controle estatístico e propriedades especiais; e a área de patologias, no que se refere ao diagnóstico e à correção dos problemas em estruturas de concreto.

**Qual sua opinião sobre a durabilidade das estruturas de concreto?**

No Brasil, o clima tropical, quente e úmido, favorece os fenômenos de deterioração das estruturas. O problema está ligado, basicamente, à existência de gases ácidos, movimentações térmicas e fungos - a deterioração biológica. Tudo isso conduz à ocorrência, nas estruturas, de um ambiente ácido, característico das atmosferas marítimas ou urbanas industriais. Infelizmente, acredita-se que o culpado pela deterioração das estruturas de concreto seja o operário não qualificado, o executor. Não é verdade. No Brasil, há erros de concepção da estrutura que são particulares e históricos. As primeiras normas brasileiras já foram constituídas com deficiências grandes em relação à durabilidade das estruturas e isso se perpetuou. Estamos tendo dificuldade quanto às mudanças que pretendemos fazer na norma brasileira, tais como aumentar o cobrimento da armadura e a própria qualidade do concreto estrutural. Isso porque o Brasil sempre foi muito abusado... colocando em risco a durabilidade e a própria imagem do concreto.

**Em termos de cobrimento, o que seria ideal ou satisfatório?**

A norma norte-americana de 1910, que foi a quinta norma no mundo, falava em cobrimento mínimo para pilares de 5 cm. A primeira norma brasileira, de 1940, falava em 1,5 cm, três vezes menor do que o praticado nos EUA, o que representa para a estrutura uma vida útil dez vezes menor. Se olharmos os códigos-modelo do CEB (Comitê Europeu do Concreto), que representam uma certa média dos índices praticados na Europa, os cobrimentos também são superiores aos do Brasil, pelo menos da ordem de duas vezes maiores. Esse fato, aliado ao descuido da mão-de-obra ou à má qualificação, levou à situação que temos hoje.

**O que significa, na prática, aumentar o cobrimento da armadura?**

Significa aumentar os custos da obra. Os pilares, mesmo comprimidos, estão sujeitos a esforços de flexão. O mesmo

**“A norma norte-americana de 1910, a quinta norma do mundo, falava em cobrimento mínimo para pilares de 5 cm. A NB-1, de 1940, falava de 1,5 cm”**

ocorre com lajes, vigas, as peças fletidas. Portanto, a altura útil da viga, a distância entre as armaduras, conta. E quanto maior a distância, maior a rigidez da estrutura e maior a capacidade de ela resistir aos momentos fletidos, aos esforços de flexão. Aumentar cobrimentos implica aumentar custos. Esse é o desafio de sempre. Aí entra a criatividade para ver o que é preferível: aumentar os cobrimentos ou melhorar a qualidade do concreto ou modificar um pouco as características de projeto ou ainda proteger a estrutura.

**A quem atribuir a responsabilidade por esses limites tão estreitos: ao construtor ou ao calculista?**

O desconhecimento é de ambos. Primeiro, dos calculistas; depois, dos construtores, que olham para um índice - por exemplo, cobrimento ou resistência do concreto - e ao ver que ele aumentou de custo imaginam que aquilo terá uma repercussão direta no preço da estrutura. Porém, se aquela modificação for inteligente, sua repercussão no custo final da estrutura pode nem existir ou ser até benéfica. Quer dizer, o concreto é mais caro, mas o custo final da estrutura é menor. Vou dizer algo simples, mas comum na construção civil: a norma brasileira tem uma exigência forte com relação à abertura de fissuras, porque todas as peças que dimensionamos à flexão - vigas e lajes são exemplos mais clássicos -, uma vez solicitadas com as cargas de projeto, apresentam um certo nível de fissuração, o que chamamos de fissuração controlada, que implica numa certa abertura de fissuras. Na norma brasileira, a abertura tolerada das fissuras é bem pequena, da ordem de 0,1 mm a 0,2 mm. O CEB, por exemplo, aceita claramente até 0,4 mm de abertura de fissura, sob argumento de que isso não implica em redução da durabilidade. Pois muitos calculistas brasileiros adotam o número 0,4, mas não adotam o código-modelo do CEB para o projeto, no qual o cobrimento da armadura para 0,4 mm é, no mínimo, 4 cm. Esses calculistas pouco conscientes especificam 0,4 mm de abertura de fissuras com os cobrimentos brasileiros, que vão de 0,5 cm, em peças fletidas (caso de lajes), até 1,5 cm. A estrutura fica muito

mais exposta, porque o calculista, por desconhecimento e até por querer otimizar o projeto, toma um índice de uma norma exterior e os outros índices do Brasil. Na hora em que se combinam as duas coisas, a situação fica extremamente desfavorável para a durabilidade da estrutura.

**Em uma estrutura mais delgada, que utilize o CAD (Concreto de Alto Desempenho), isso pode piorar?**

O concreto de elevado desempenho, que prefiro chamar de HPC (High Performance Concrete), devido à globalização, permite a construção de estruturas mais delgadas e com menor volume de concreto. O que ocorre é que precisamos mudar a concepção estrutural. Não é inteligente imaginar que a rigidez de um edifício seja baseada nas dimensões de um pilar; a rigidez tem de estar baseada na disposição da estrutura, formando pórticos em direções estudadas e convenientes para que os elementos estruturais combinados tenham a rigidez como resultado.

**Mas a questão do cobrimento não é ainda delicada?**

Isso é muito interessante e bonito. A durabilidade depende essencialmente de dois parâmetros: o percurso que o agente agressivo tem de fazer entre a superfície do concreto e a armadura - que chamamos de cobrimento - e a qualidade do concreto nesse caminho, a facilidade maior ou menor de o agente agressivo penetrar. Se uma estrutura de concreto com  $f_{ck}$  de 18 MPa tem uma vida útil de 10 anos, com  $f_{ck}$  50, nas mesmas dimensões, ela teria uma vida útil de 400, 500 anos. Se, neste momento, reduzirmos os cobrimentos da armadura, não estaremos reduzindo a vida útil, porque esta é resultado do percurso e da qualidade do concreto. Em termos de carbonatação, por exemplo, um concreto de relação A/C 0,4 (acima de 45 MPa) praticamente não tem carbonatação nenhuma, teria condições de proteger “eternamente” o aço dentro da estrutura.

**Como se dá, atualmente, o emprego do CAD (ou HPC) no Brasil?**

Já existiu muito mais desconhecimento sobre durabilidade. Os projetistas entendiam que lhes cabia fixar a resistência mecânica e a durabilidade era de competência da obra, da tecnologia do concreto ou do construtor. Na realidade, se queremos um concreto mais durável, com maior capacidade de resistir à agressividade do ambiente, essa durabilidade é definida no projeto; e se queremos um concreto mais resistente aos meios agressivos, naturalmente ele será mais resistente do ponto de vista mecânico

também. Então, um concreto com coeficientes baixos de permeabilidade, de carbonatação e de difusão de cloreto será naturalmente um concreto de elevada resistência à compressão. Assim, a durabilidade passa a ser uma questão de projeto também. Isso é o que está sendo introduzido na norma brasileira. Portanto, o calculista tem um papel muito importante, assim como o construtor, que não pode deixar ninhos nem bicheiras, deve cumprir o cobrimento etc. Outra questão a ser superada é o receio dos projetistas de achar que certas resistências não serão obtidas na obra. Eles pensam: "Se, projetando com 18 ou 20 MPa, dois ou três caminhões não atenderam à resistência, imagine especificar um concreto de 40 MPa". Não há risco nenhum, ao contrário. Pelo próprio princípio de dimensionamento da estrutura, um valor é o especificado para controle e execução; e outro, menor, é o que, efetivamente, o calculista adota para o projeto das suas estruturas. A diferença é da ordem de 40%.

**A formação é importante para vencer o preconceito. Como os futuros engenheiros estão se preparando para essa nova forma de ver a obra?**  
Essa pergunta é interessante, pois sou

## Agenda 99 do concreto

**II International Conference on High-Performance Concrete, and Performance and Quality of Concrete Structures**  
1º a 4 junho de 1999, Hotel Serrano, Gramado-RS  
Fones (051) 316-3486 / 316-3518; fax: (051) 316-3999; E-mail: highpc@vortex.ufrgs.br  
Internet: <http://www.cpgcc.ufrgs.br/highpc>

**Con-Pat '99**  
**V Congresso Ibero-americano de Patologia das Construções e VII Congresso de Controle de Qualidade**  
Outubro de 1999, Montevidéu, Uruguai  
Fone 00 (598) 2 711-0744; fax: 00 (598) 2 711-7435; E-mail: conpat99@fing.edu.uy

**Colloquia '99**  
24 a 26 de março de 1999, São José dos Campos-SP  
Fone/fax: (012) 347-6803;  
E-mail: colloquia99@infra.ita.cta.br  
Internet: <http://www.infra.ita.cta.br/~magdlima/colloquia99>

gerente de ensino da Escola Politécnica da USP para todos os cursos de engenharia e lá nós estamos justamente trabalhando essa idéia. Fizemos o seminário "Poli ouve a comunidade" e procuramos traçar o perfil do engenheiro do ano 2000, buscando entender o que deve ser complementado

na formação dele. Embora o engenheiro seja responsável pela segurança estrutural e pela durabilidade do edifício, hoje ele atribui mais importância, por causa das questões econômicas, ao elevador, à fachada de vidro etc. Entendemos que é preferível cometer um engano numa janela a cometê-lo na resistência do concreto. A formação na graduação deve ser mais ampla. O engenheiro tem de saber distinguir níveis de responsabilidade, questões éticas, gerenciamento, relacionamento com pessoas etc. Depois ele terá a oportunidade de se especializar.

**Há uma proposta de submeter os alunos formados a exames. Qual sua posição a respeito disso?**

O Ministério de Educação e Desportos separou claramente o diploma de engenheiro da habilitação para o exercício da profissão e eu sou favorável a essa separação. Hoje, o Crea não precisa mais conferir automaticamente ao recém-formado a habilitação para o exercício profissional, embora mantenha essa tradição. Entendo que, no futuro, o Crea, ou algum organismo similar, passará a exigir do profissional alguns requisitos que comprovem que ele realmente pode exercer a profissão. Em

# Chegou o volume 2 da coleção

Série **Empacotando Edifícios**

Você paga  
**R\$ 86,00**  
pelo volume 2 e ganha  
**10% de desconto**  
se levar também o  
volume 1

# Empacotando Paredes

**Neste CD ROM você vai encontrar os elementos necessários para levantar paredes de maneira rápida e econômica, otimizando os custos da sua obra**

Já está à sua disposição o segundo volume da coleção multimídia **Empacotando Edifícios**.

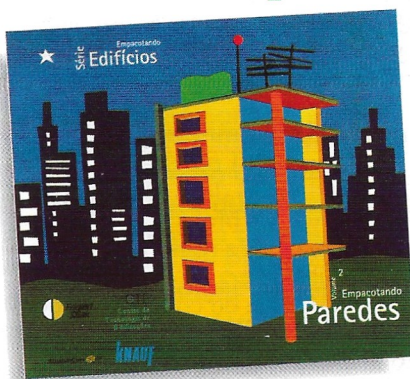
Esta obra aborda de maneira complexa tudo o que você precisa saber sobre paredes, seus fundamentos, onde são apresentados os conceitos físicos ligados às propriedades das paredes, relacionando-os com a realidade prática da obra. Seu comportamento funcional, construtivo e econômico. As opções de materiais disponíveis no mercado. Projeto, planejamento e procedimentos executivos que visam à racionalização dos processos.

Nesta obra você encontra também o primeiro trabalho

sistemático sobre *Drywall* (Gesso acartonado) feito no Brasil, contendo projeto, planejamento, patologias, materiais e execução deste sistema recém-implantado no país.

São mais de 720 fotos, 120 vídeos, 200 ilustrações, tabelas, gráficos, animações e dicas que vão deixar você atualizado com o que existe de mais moderno em tecnologia de execução de paredes.

Adquira também o volume 1 desta obra, **Empacotando Estruturas**, e guarde o volume 3, **Empacotando Instalações**, outro lançamento que irá contribuir para a melhoria de sua qualidade profissional.



realização



**ETE**  
Centro de  
Tecnologia de  
Edificações

patrocínio

**SindusCon** SP



apoio de divulgação

**PINI**  
Desde 1948

Faça o seu pedido pelo telefone **(011) 224-8811, ramal 391**

muitos países exige-se, além da prova de conhecimentos, a comprovação de que o requerente já exerce funções de assistente na profissão para a qual ele pleiteia a habilitação. É uma alternativa interessante.

#### Como está essa discussão?

No Brasil inteiro estão sendo discutidas as diretrizes básicas do ensino de engenharia, que vão substituir o extinto currículo mínimo. Estabelecido isso, o Crea pode considerar as diretrizes básicas insuficientes para habilitar os engenheiros na profissão, o que parece ser a tendência. Acredito que em dois ou três anos o Crea e os outros conselhos regionais que habilitam os profissionais passarão a criar mecanismos - não necessária e exclusivamente uma prova - que dêem mais confiabilidade na habilitação. Se pensarmos friamente, muitos engenheiros se formam, recebem habilitação para assinar projetos e depois vão trabalhar em um banco. Depois de 10 anos, esse profissional não lembra de mais nada, mas do ponto de vista legal ele está habilitado para assinar a construção de um edifício. É uma incoerência total. Além de habilitar, tem de haver um mecanismo para periodicamente aferir, por exemplo, a ART (Ano-

**“Aumentar cobrimentos implica aumentar custos. Esse é o desafio de sempre. Aí entra a criatividade”**

tação de Responsabilidade Técnica), se o profissional realmente atua na área.

#### Há alguma novidade no currículo?

Sim. O primeiro ano de graduação era visto pelos novos alunos como algo muito parecido ao que eles tinham no curso médio, enquanto eles queriam ser mais engenheiros, aplicar mais os conhecimentos. Então, antecipamos algumas disciplinas, como Introdução aos Materiais e Introdução à Engenharia, que já vinha sendo executada, mas agora terá uma nova versão, em que os alunos montam grupos multidisciplinares e propõem soluções para grandes problemas. Os calouros de 1999, por exemplo, trabalharão o tema lixo.

#### O que temos de importante em 99?

Na área de concreto, o evento mais importante é uma conferência internacional em Gramado-RS, que coloca o Brasil no circuito dos grandes congressos

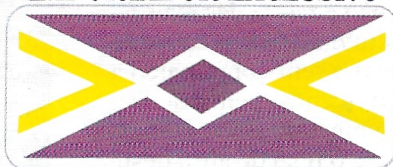
internacionais de concreto. Temos tradição em obras de concreto, em projetos e construção, mas nenhuma tradição em participação e promoção de eventos científicos de porte, reconhecidos internacionalmente.

Em nível regional teremos dois eventos: O Colloquia'99, organizado pelo ITA/CTA/IEI, em São José dos Campos-SP, sobre inspeção, avaliação e diagnóstico de estruturas de concreto com problemas de corrosão de armaduras. Este é um evento importante para aqueles que estão mais dedicados à durabilidade das estruturas. Posteriormente, teremos o Con-Pat'99 (V Congresso Ibero-Americano de Patologia das Construções e o VII Congresso de Controle da Qualidade), em Montevidéu. Este é um evento tradicional - 400 a 500 pessoas - e indicado principalmente às empresas interessadas no Mercosul. O Colloquia'99 é bem informativo, de transferência de tecnologia; já o Con-Pat'99 é uma discussão mais aberta das questões ligadas ao controle da qualidade e patologias. Em nível nacional, o evento mais importante e que tem crescido muito é a reunião anual do Ibracon, este ano em Salvador.

EDER SANTIN



IMPORTADOR EXCLUSIVO



MASTERSEAL COMPANY



PENETRATING SEALER

#### CONHEÇA NOSSA LINHA:

Master Cleaner, Master Curing, Water Repel, Hdn 923, Quarry Glass, Urekote, Soap Seal, Oxiseal (Metacrilato), Master Repel, Masterfix, Epóxi Semi Rígido, Poliuretanos, Stain Repel WB, Fibra de aço Dramix, Fibra de Nylon. Confira na Internet:

<http://www.estadao.com.br/marketplace/masterseal/>

# MASTERHARD SYSTEM

Programa densificador e reabilitador de concretos, de última geração (cura, sela, repele óleo e manchas, endurece os concretos novos e existentes...!)

MO 15306

e.mail: [mastseal@prover.com.br](mailto:mastseal@prover.com.br) - telefax: (031) 221.4229