



# APOENA

P A R A Q U E M E N X E R G A L O N G E

REVISTA DE P&D+I DA ELETROBRAS FURNAS • 6ª EDIÇÃO • ANO 4 • JUL/2012

## Geração

Estudo investiga o uso de fibras de aço na construção de caixas espirais

## Riscos

Metodologia identifica incertezas em projetos hidrelétricos

## Estrutura

Pesquisa inédita busca segurança e durabilidade do concreto



Palestras divulgam a importância da inovação para colaboradores da Eletrobras Furnas







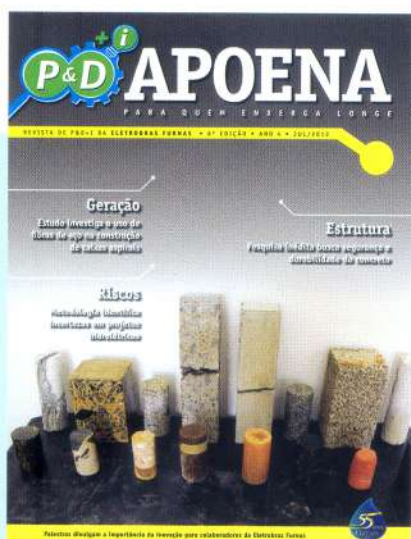
**04**

**Editorial**

**06**

**Inovação**

COM NOVAS ESTRUTURA E ATRIBUIÇÕES, O DEPARTAMENTO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO DA ELETROBRAS FURNAS PROMOVE CAMPANHA MOTIVACIONAL



Partes de estruturas de concreto de uma hidrelétrica (corpos de prova) utilizadas em avaliações periódicas para garantir a segurança da barragem

**10**

**Conhecimento**

PESQUISAS E SERVIÇOS DE ORIGEM TECNOLÓGICA AGREGAM VALOR E COMPETITIVIDADE AOS NEGÓCIOS

**APOENA**

PARA QUEM ENXERGA LONGE

ISSN 2237-0897

Departamento de Pesquisa,  
Desenvolvimento e Inovação  
6ª Edição • Ano 4 • Julho/2012

**Eletrobras**  
Furnas

Flavio Decat de Moura  
Diretor-Presidente

Márcio de Almeida Abreu  
Diretor de Expansão

Cesar Ribeiro Zani  
Diretor de Operação

Olga Simbalista  
Diretora de Planejamento, Gestão de  
Negócios e Participações

Luís Fernando Paroli Santos  
Diretor de Gestão Corporativa

Nilmar Sisto Foletto  
Diretor de Finanças



# 18

## Referência

PARCERIA COM INSTITUIÇÕES  
ESTUDA A UTILIZAÇÃO DO  
CONCRETO REFORÇADO COM  
FIBRAS DE AÇO

# 22

## Performance

MÉTODO CIENTÍFICO  
PROMETE AUMENTAR A  
CONFIABILIDADE DO  
CONCRETO COMPACTADO  
COM ROLO

# 26

## Solidez

PROJETO ANALISA APLICAÇÃO  
DE ADITIVOS REDUTORES DE  
RETRAÇÃO EM CONCRETOS DE  
ALTA RESISTÊNCIA

# 30

## Eficiência

CONHECIMENTO  
ANTECIPADO DOS RISCOS  
PODE GERAR VANTAGEM  
COMPETITIVA EM LEILÕES  
DE ENERGIA

# 32

## Superação

UNIÃO ENTRE CONHECIMENTO ACADÊMICO E  
MUNDO CORPORATIVO CRIA IMPACTOS POSITIVOS  
PARA O PAÍS E PARA O SETOR DE ENERGIA

# 38

## Agenda

### REALIZAÇÃO

Departamento de Pesquisa,  
Desenvolvimento e Inovação  
(DPE.N)

#### Gerência

Renato Santos Norbert Costa

#### Coordenação

Liane de Jesus Costa

### APOIO

Departamento de Comunicação  
Social (DCO.P)  
Pedro Franco

Franca Guerrante

#### Editor

Luiz Fajardo - MTB 1617-5

#### Reportagem

Claudia Costa  
Fernanda Nunes

### Fotografia

Adelson Carlos do Amaral  
Mauricio Rufino dos Santos

### Revisão

Luiz Fajardo  
Liane de Jesus Costa

Projeto gráfico  
doisPontos:soluções

### Diagramação

Ana Beatriz Leta

Assessoria de produção gráfica  
Divisão de Manutenção

Gráfica e Comunicações  
(DMGC.G/Furnas)

### Endereço

R. Real Grandeza, 219,  
sala 907.2 C - Botafogo  
Rio de Janeiro - RJ  
CEP: 22.281-900

Telefone: 21-2528-2463

E-mail: apd@furnas.com.br

Internet: www.furnas.com.br

### Tiragem

8.000 exemplares





## Parceria de sucesso

A sexta edição da revista Apoena destaca a história de sucesso de duas instituições que ousam inovar há mais de quatro décadas. Do compromisso pioneiro entre a Eletrobras Furnas e a Coordenação do Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ), surgiram projetos relevantes para o setor elétrico brasileiro.

O protagonismo de pensar diferente criou uma interação de competências e abordagens, demonstrando que a parceria entre o mundo corporativo e instituições de pesquisa fortalece a missão acadêmica, agrega valor às empresas e permite ao país atuar de maneira estratégica em mercados competitivos.

O êxito desta histórica associação pode ser constatado no projeto que investiga o uso de fibras de aço em caixas espirais; na pesquisa inédita para a segurança do concreto; e na metodologia de identificação de riscos em projetos hidrelétricos.

Boa leitura!

Renato Norbert

*Gerente DPE.N*





# Transformação interna



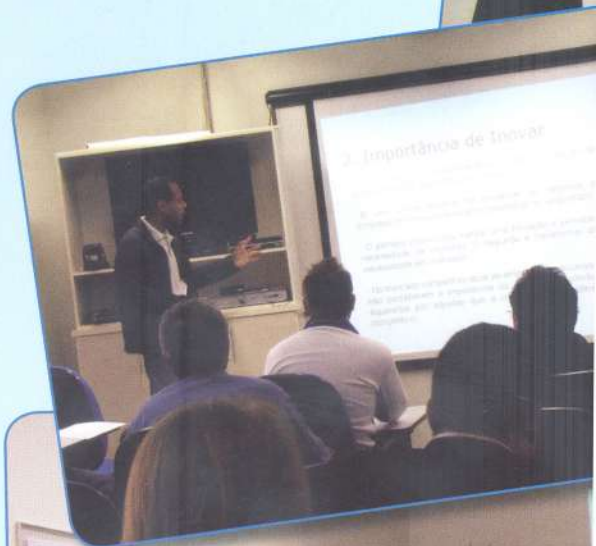


O Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (DPE.N) está se estruturando para promover a inovação na Eletrobras Furnas e fazer a gestão da sua propriedade intelectual, visando a contribuir para o crescimento e a sustentabilidade da empresa.

Uma das equipes do DPE.N cuidará do Programa de P&D+I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), perscrutando a evolução das tecnologias nos setores onde a empresa atua e organizando a carteira de projetos de forma alinhada com o seu Planejamento Estratégico. Outra equipe cuidará do fomento à inovação, da divulgação e da gestão da propriedade intelectual. A terceira equipe ficará responsável pela gestão administrativa dos projetos de pesquisa e desenvolvimento, cabendo aos colaboradores das demais áreas da empresa exclusivamente a sua gestão técnica.

O DPE.N é subordinado à Superintendência de Planejamento Empresarial (PE.N), que, por sua vez, está subordinada à Diretoria de Planejamento, Gestão de Negócios e de Participações (DN) da Eletrobras Furnas.

Com a nova estrutura, a expectativa é conseguir que, cada vez mais, tanto as iniciativas inovadoras isoladas quanto as pesquisas desenvolvidas tenham resultados que gerem retornos significativos para a empresa. Embora muitas inovações surjam das necessidades da Eletrobras Furnas, promovendo redução de custos, melhora de desempenho e confiabilidade, a intenção é que novos equipamentos, sistemas e processos possam servir, também, como fonte de recursos para a companhia.





## PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO

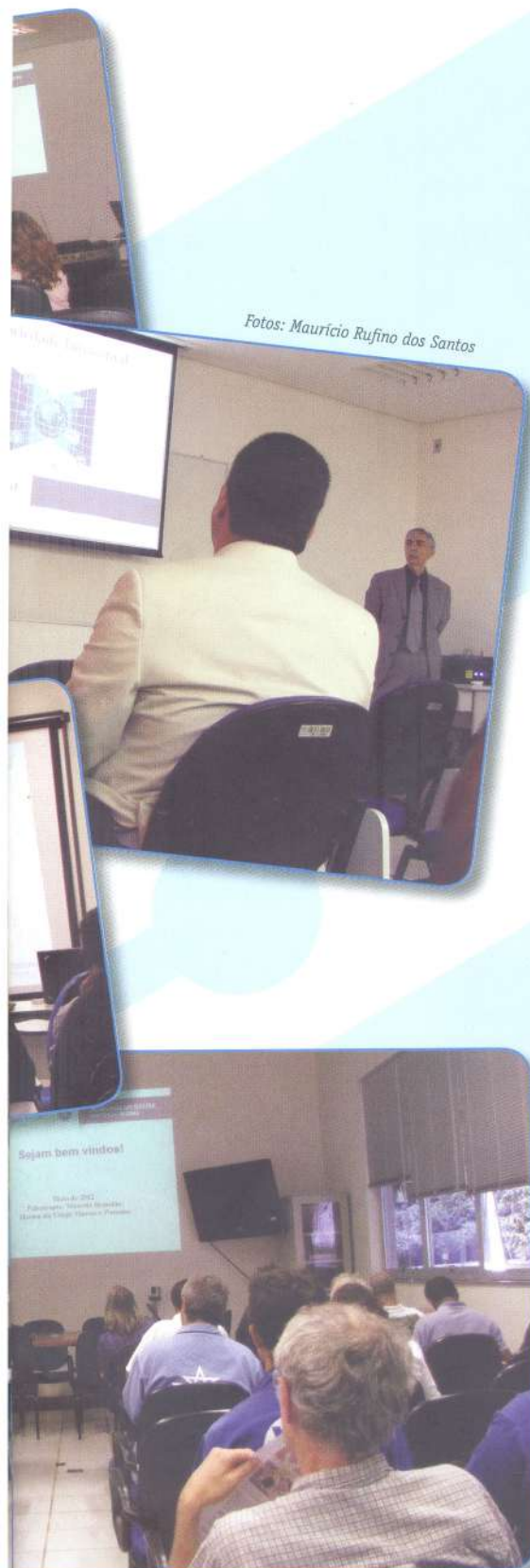
O trabalho envolvendo pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D+I) funciona como uma força de sustentabilidade para a empresa, a partir da criação de sinergias entre diferentes áreas de atuação e competências profissionais. Mas, para que isto se torne realidade, é necessário que toda a equipe tenha conhecimento do significado da sigla P&D+I e compreenda em que medida se insere nesse contexto.

O Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação vem trabalhando para disseminar a importância da P&D+I junto aos colaboradores da empresa. Neste mês de maio, realizou palestras nas usinas hidrelétricas de Luiz Carlos Barreto de Carvalho, Marechal Mascarenhas de Moraes, Furnas e na Subestação de Poços de Caldas.

Os eventos seguem a mesma temática dos realizados na sede da Eletrobras Furnas, no Rio de Janeiro, e no Departamento de Tecnologia de Empreendimentos, em Goiânia (DCT.E). No primeiro, a palestra tratou de propriedade intelectual em geral, marcas e patentes, enquanto, no segundo, a intenção foi esclarecer sobre as possibilidades de criação de patentes, de segurança na divulgação do processo ou sistema e geração de retorno financeiro a partir dos resultados obtidos nas pesquisas.

As palestras são realizadas em parceria com a consultoria Vilage Marcas e Patentes. O objetivo é conscientizar o pessoal da empresa de que o investimento em P&D+I não é apenas uma obrigação, mas uma oportunidade de crescimento e melhoria.

Fotos: Maurício Rufino dos Santos



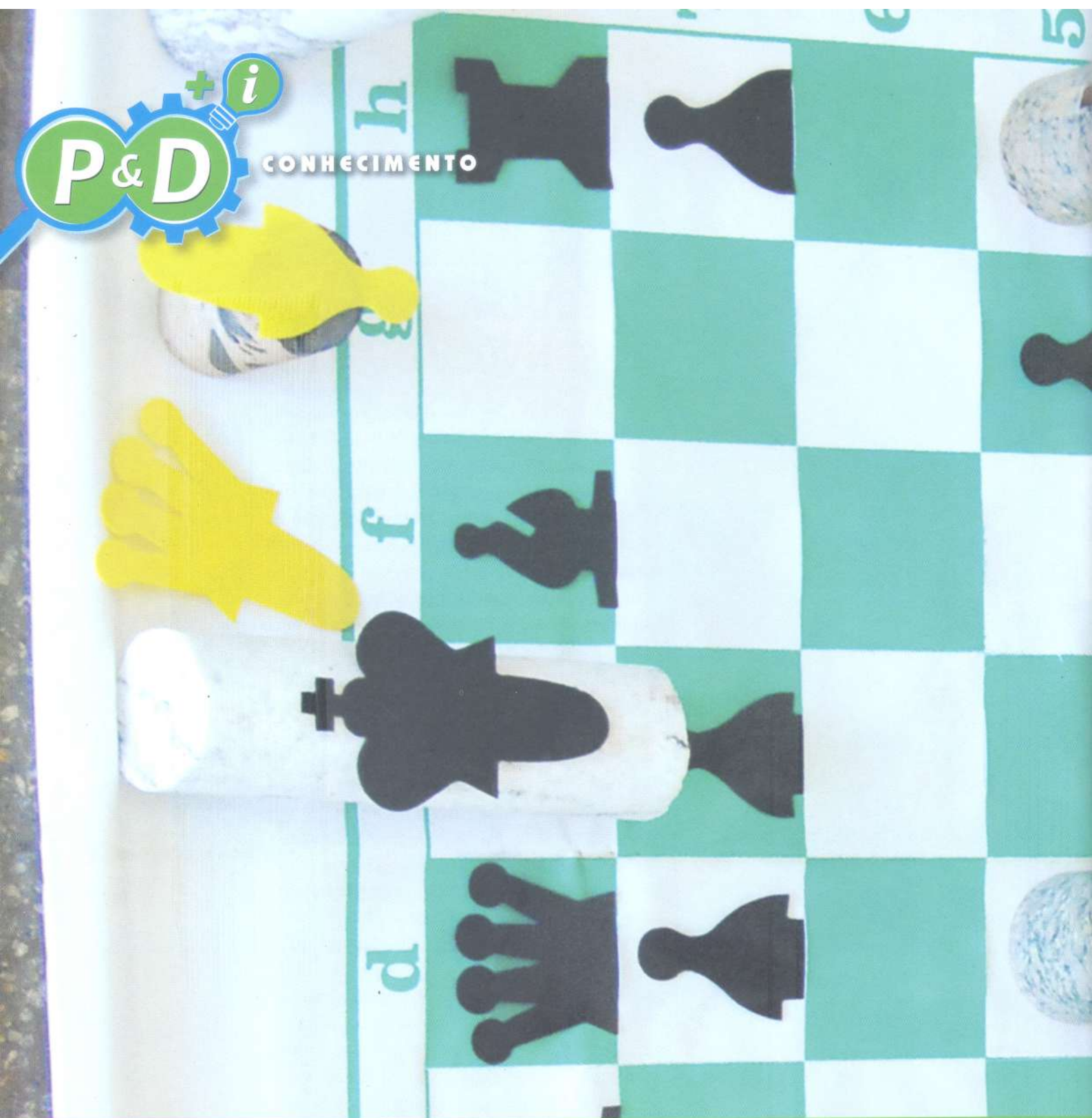


Foto: Adelson Carlos





# Inteligência competitiva





**Cada prédio,  
fundação e  
superestrutura  
construídos, assim  
como cada  
escavação e  
movimentação  
devem considerar  
as melhores  
práticas em  
engenharia**

## **O centro tecnológico da Eletrobras Furnas, o DCT.E, é peça fundamental à sobrevivência e vitória da empresa.**

Conhecimento estratégico e capacidade de antecipação dos cenários. Uma empresa de grande porte, sobre a qual recai a responsabilidade de contribuir decisivamente com a oferta da energia necessária ao desenvolvimento socioeconômico de quase 200 milhões de pessoas, como Eletrobras Furnas, funciona tal qual um jogo de xadrez. Decisões precipitadas podem ser mortais. Em sentido oposto, a opção pela racionalidade o que, na prática, é traduzido como compromisso com a qualificação profissional e a aliança com o que há de mais avançado em engenharia civil e áreas correlatas, define a ultrapassagem de barreiras e a vitória sobre os desafios. Xeque-mate!

Mirar o objetivo com até 30 anos de distância no tempo; ou mesmo oferecer as ferramentas necessárias a tomadas de decisão de curto e médio prazos. Eis algumas das funções típicas de um centro de tecnologia. Ao Departamento de Tecnologia de Empreendimentos, da Eletrobras Furnas, reconhecido como o mais apto do país à investigação de métodos e materiais utilizados na engenharia civil para a construção de usinas hidrelétricas, são adicionadas outras metas específicas. As pesquisas realizadas e os serviços de origem tecnológica devem agregar valor aos novos negócios da empresa, precisam conferir competitividade em um contexto de mercado aberto de abrangência internacional, além de auxiliar para que o slogan 'Furnas, Energia para o crescimento sustentável' seja

de fato concretizado. Soma-se a isto a exigência de gestão eficiente dos recursos públicos.

Para estes fins, a formação de parcerias com universidades, nas quais é produzido o conhecimento teórico, é valorizada pela empresa. "O Centro Tecnológico e a Universidade têm características que se complementam. A Coordenação do Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ) possui a competência das melhores universidades brasileiras. Em muitos projetos, foi a escolhida para atuar em parceria com o DCT.E porque possui os melhores especialistas nas áreas de pesquisa destes projetos.", ressalta Rubens Machado Bittencourt, gerente do departamento.

Além da Coppe-UFRJ, o departamento atua também junto com outros centros acadêmicos do Brasil como, a Universidade de Brasília (UnB), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual de Londrina (UEL), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade de São Paulo (USP), entre outras. No exterior, possui parceria com a Universidade de Berkeley, na Califórnia, Estados Unidos. A participação das universidades em cada um dos projetos é definida a partir de uma rígida seleção pública, na qual são considerados os critérios de qualificação e de custos.



Da união de forças em pesquisa tecnológica e em inovação em obras civis depende mesmo a sobrevivência da empresa. Cada prédio, fundação e superestrutura construídos, assim como cada escavação e movimentação devem considerar as melhores práticas em engenharia para garantir a durabilidade dos materiais, a redução de custos e prazos e a sustentabilidade socioambiental dos empreendimentos. A intenção é minimizar ao máximo as incertezas geológicas e geotécnicas, os efeitos de deformação de longo prazo das estruturas e de eventos climáticos extremos, para garantir confiabilidade e durabilidade na fase operacional.

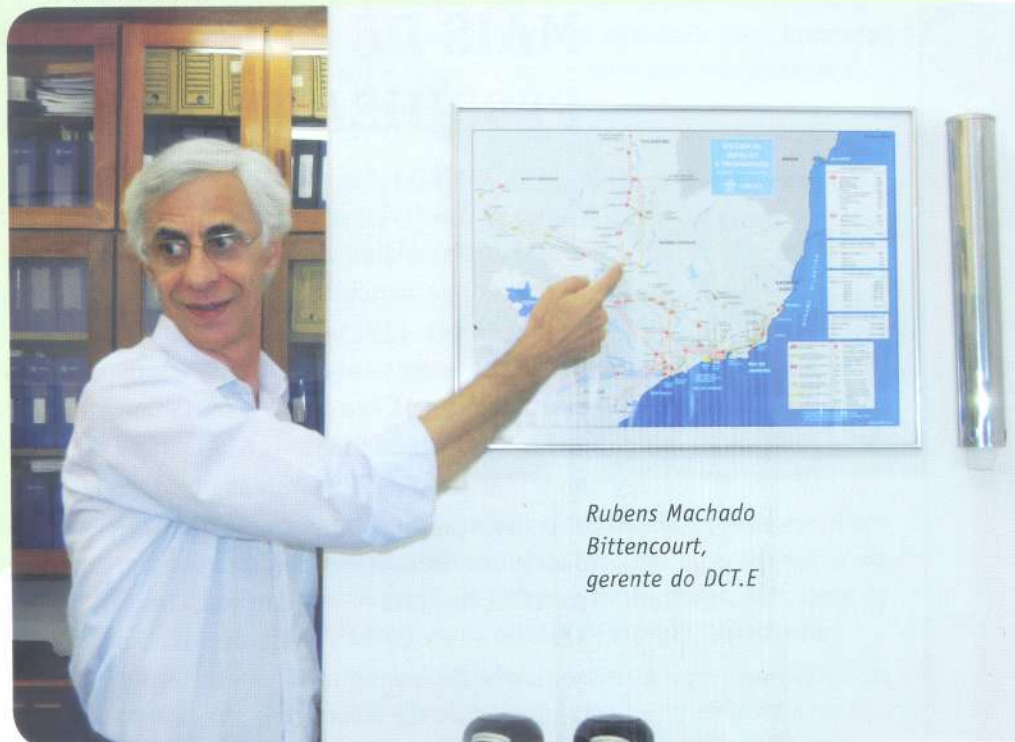
Do ponto de vista econômico, o custo das obras civis chega a representar dois terços do total gasto na construção de uma hidrelétrica. Se, por um lado, a antecipação de um projeto representa geração de receita, por outro, o atraso do cronograma ou a parada de produção por conta de alguma falha em engenharia significa perda de produção da energia contratada. O DCT.E trabalha não só para contribuir com a rentabilidade da empresa, mas também para evitar prejuízos.

A estrutura atual do departamento é segmentada em quatro grandes áreas de atuação: tecnologia de engenharia civil, tecnologia de engenharia hidráulica, controle da qualidade de empreendimentos e suporte administrativo regional. Seja por meio de uma ou de outra atividade, o centro tecnológico está presente em todas as fases

dos negócios da empresa, desde os estudos de viabilidade e inventários de empreendimentos, passando por leilões de aquisições de usinas, e pela implantação, construção e operação das hidrelétricas.

De olho no futuro, o DCT.E ainda atua na antecipação das tendências do setor de energia e na inserção contínua das fontes renováveis no portfólio da empresa. "Nosso desafio é estar à altura dos desafios da Eletrobras Furnas, que confia na produção do conhecimento como diferencial competitivo. É dar a contribuição necessária, mesmo antes das dificuldades estarem colocadas. Tecnologia é um processo de base. Trabalhamos pela expansão da empresa, ao mesmo tempo em que oferecemos ao país o necessário ao seu crescimento", afirma Bittencourt.

Foto: Adelson Carlos



Rubens Machado Bittencourt, gerente do DCT.E

**O Centro Tecnológico e a Universidade têm características que se complementam. A Coppe-UFRJ possui a competência das melhores universidades brasileiras**





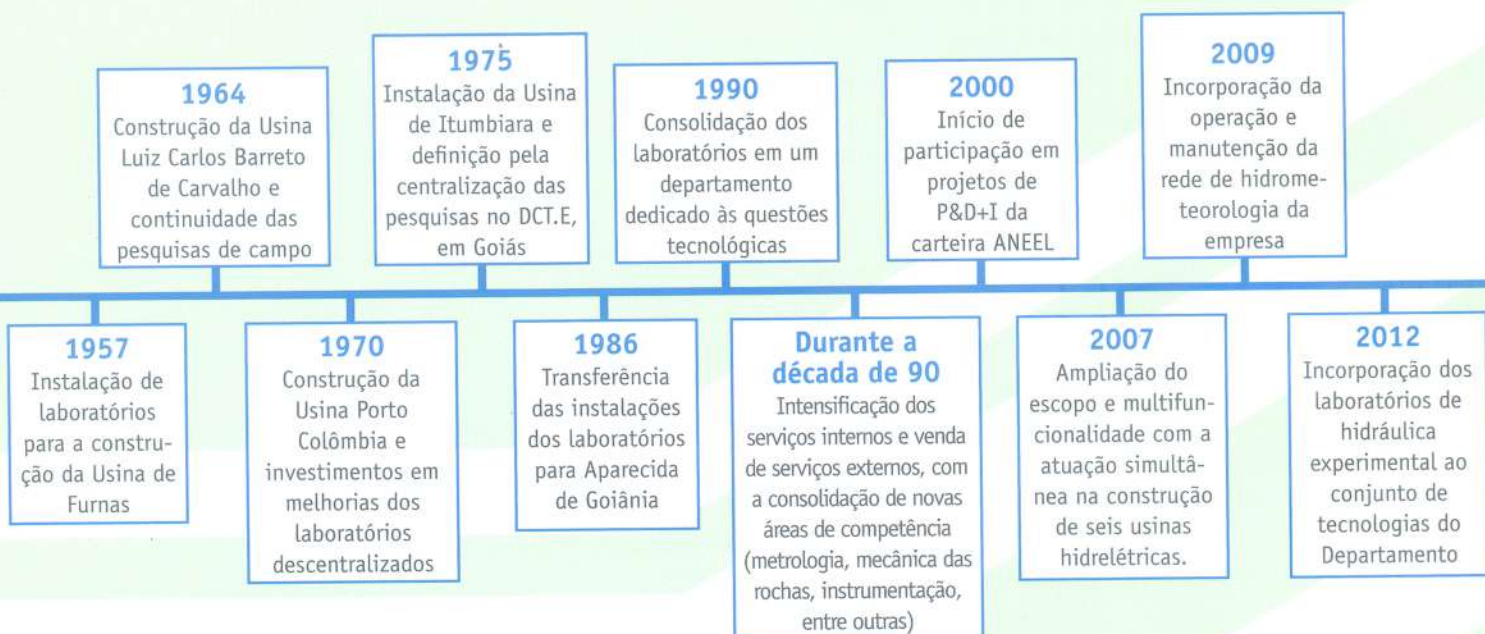
## MAIS DE TRÊS DÉCADAS DE PESQUISA E INOVAÇÃO

A história do Departamento de Apoio e Controle Técnico da Eletrobras Furnas iniciou no fim da década de 70, com a conclusão da Hidrelétrica Itumbiara (1975-1979) e a perspectiva de construção das usinas de Serra da Mesa, Cana Brava e Corumbá, todas no estado de Goiás. Além de englobar pesquisas nas áreas de solos e tecnologia de concreto, já realizadas junto aos empreendimentos em construção, foram implantadas também as áreas de mecânica de rochas, geologia de engenharia, metrologia, laboratórios de limnologia, concreto compactado com rolo, instrumentação e auscultação para segurança de barragens, hidráulica experimental e hidrometeorologia.

A escolha pelo município de Aparecida de Goiânia, atendeu, principalmente, ao critério logístico, pois, na

região Centro-Oeste do país, estaria localizado a distâncias acessíveis tanto às diversas usinas em construção e operação, quanto aos centros consumidores e fornecedores. No Rio de Janeiro, no bairro de Jacarepaguá, funciona outra unidade do centro tecnológico, ligado à Divisão de Tecnologia em Engenharia Hidráulica (DTEH.E). Nesta instalação, são realizados testes e ensaios em modelos reduzidos dos projetos de hidrelétricas.

Até que chegasse à condição de referência em pesquisa de engenharia civil e áreas correlatas para empreendimentos de energia, o DCT.E percorreu uma longa trajetória, iniciada simultaneamente à construção da Usina de Furnas (1957-1965), no rio Grande, em Minas Gerais. Na ocasião, foram instalados laboratórios de campo e contratados profissionais e técnicos.





## À FRENTE DO TEMPO

O engenheiro Rubens Machado Bittencourt, gerente do DCT.E, pesquisa tecnologias em engenharia civil para obras da Eletrobras Furnas desde o período em que este tipo de atividade era ainda realizada juntos às instalações, de forma descentralizada. E, assim como os demais 200 funcionários do centro tecnológico, não esconde o orgulho de fazer parte deste projeto de amplitude nacional. Do planalto central do Brasil, no município de Aparecida de Goiânia (GO), instalado em uma área de cerca de 60.000 m<sup>2</sup>, prioritariamente verde, comanda esta que é uma das principais referências em tecnologia para a construção de empreendimentos hidrelétricos.

**APOENA • Qual a importância do DCT.E para a empresa e para o Brasil?**

**Rubens Machado Bittencourt** • O DCT.E possui três vertentes importantes. Trabalhamos nas investigações preliminares do empreendimento, nos inventários dos empreendimentos. Estudamos o empreendimento por mais de cinco anos, às vezes, até ele ir a leilão. Existe também a área de controle da qualidade dos empreendimentos em construção. E a terceira vertente é a parte de pesquisa e desenvolvimento, para ter diferenciais competitivos, melhorias de processo, para conseguir melhores otimizações no processo construtivo. Diria que a parte de pesquisa e de desenvolvimento em inovação é a mais importante não só para a Eletrobras Furnas, mas para o desenvolvimento do país. No Brasil, muitas empresas ainda não despertaram, como em outros países, que o crescimento está aliado à pesquisa, principalmente, orientada para o resultado da empresa.

**APOENA • Considerando o planejamento estratégico, é possível antever as pesquisas que serão realizadas nos próximos anos?**

**RMB** • A Eletrobras Furnas está investindo muito na área de eólica. Logicamente, as pesquisas serão conduzidas para um entendimento, porque temos um conhecimento muito grande na construção de hidrelétricas. Nascemos para isso. Hoje, temos conhecimento também sobre térmicas. Mas o grande foco e desafio para pesquisa será na área de energias alternativas, em especial, em eólica, que é a que tem o melhor desempenho em leilões. Já estamos com projeto neste sentido, na área de previsibilidade do potencial dos parques, para minimizar as incertezas sobre o aproveitamento das usinas. No Brasil, não temos pleno domínio das tecnologias. Esses projetos irão nos ajudar a reter essa tecnologia. Obviamente, não vamos imaginar que teremos o mesmo nível de conhecimento que possuímos sobre as hidrelétricas, porque este foi construído ao longo de 50 anos. Será um avanço que conquistaremos com o tempo.

**APOENA • Como transformar a pesquisa e o conhecimento gerados a partir da parceria com a Coppe em aplicação para a empresa?**

**RMB** • Depende do projeto. Nos últimos tempos, conseguimos muitos benefícios. Não há mais grandes descobertas. Há avanços contínuos. Se voltarmos aos primeiros empreendimentos da Eletrobras Furnas e avaliarmos o consumo de cimento, a técnica utilizada para construir, por exemplo, perceberemos o desenvolvimento.

**APOENA • De que forma o Departamento pode contribuir em projetos de hidrelétricas com reservatórios a fio d'água, como Belo Monte, e de nucleares, dois focos de debate envolvendo o setor de energia, atualmente?**

**RMB** • O nosso foco não é nuclear, é engenharia civil e áreas correlatas. A gente pode participar no que se refere à construção. Ao mesmo tempo, usinas a fio d'água são mais uma questão de concepção do projeto. Tanto faz pra gente se ela é fio d'água ou não. Mas, isso está relacionado ao tema sustentabilidade, sobre o qual temos muito interesse. Uma das coisas que causa impacto ambiental na construção de uma hidrelétrica é a questão da escavação do solo e das rochas. Há uma série de estudos para aproveitar ao máximo o material escavado. Se a maior parte possível do material escavado puder ser aproveitado na usina, estaremos contribuindo para minimizar o impacto ambiental. Outro ganho importante é na redução do consumo de cimento, porque significa economia para a empresa e redução do consumo de energia durante a produção do cimento.

**APOENA • Qual o futuro da pesquisa tecnológica do setor de energia?**

**RMB** • O setor de energia passa por um momento de mudança de patamar tecnológico e todo o nosso esforço está voltado a ajudar a empresa a vencer os desafios. Corremos atrás para desenvolver uma tecnologia que a gente não sabe se interessa a Eletrobras Furnas. Para analisar se vale a pena, tem que olhar o negócio como um todo. Dada essa peculiaridade, a gente vem ao longo do tempo tentando evoluir na nossa capacidade de gestão, porque temos consciência de que consumimos um volume razoável de recursos, o que nos dá um sentimento de responsabilidade.





## PROPRIEDADE INTELECTUAL E FINANCEIRA

Quanto vale o conhecimento? O quanto a qualificação profissional agrega a uma empresa? Em linhas gerais, quais são os benefícios à companhia e à sociedade gerados pela pesquisa e pela utilização no processo produtivo de tecnologias avançadas e inovadoras? Há consenso sobre o ganho imediato em competitividade não só para a empresa, mas para toda a sua cadeia de fornecedores e para o país, com a elaboração, por exemplo, de normas técnicas e legislação apropriada. Porém, não existe tanta clareza, mesmo no ambiente internacional, sobre o real retorno financeiro do investimento em centros tecnológicos, como o Departamento de Tecnologia de Empreendimentos.

Além da investigação das melhores tecnologias de construção de hidrelétricas, o desenvolvimento de uma metodologia de análise da sustentabilidade econômica da unidade de pesquisa da Eletrobras Furnas é por si só um desafio a ser ultrapassado.

A partir de uma metodologia apresentada às empresas do Sistema Eletrobras e aprovada tecnicamente, o DCT.E já conseguiu identificar 23 benefícios gerados à companhia a partir do uso prático de uma gama de tecnologias desenvolvidas internamente. Foram ganhos em segurança e confiabilidade das operações e reduções de custos e prazos, proporcionados pelo investimento na qualificação de pessoal, em laboratórios e em parcerias com universidades. Desse volume total de benefícios, entretanto, apenas seis, até agora, foram

mensurados financeiramente, pois dizem respeito a temas sobre os quais o departamento possui mais controle e experiência.

"A principal dificuldade na análise de sustentabilidade de um centro tecnológico é a informação de campo, porque depende do interesse e da disponibilidade de terceiros em participar do processo de mensuração", afirma o gerente substituto do DCT.E, Ricardo André Marques.

Os seis benefícios identificados em 2010 somam R\$ 48 milhões, dos quais, R\$ 14,7 milhões em custos evitados; R\$ 12,25 milhões em otimizações decorrentes de inovações tecnológicas; R\$ 5,6 milhões de receitas com serviços a terceiros; R\$ 6,2 milhões com serviços internos à empresa; R\$ 3,85 milhões em captação de recursos de pesquisa, desenvolvimento e inovação; e R\$ 5,4 milhões em benefício fiscal e tributário potencial decorrente de legislação específica. Apenas na obra da Hidrelétrica de Santo Antônio, que está em construção no estado de Rondônia, houve uma redução de custos com cimento na ordem de R\$ 4 milhões. Na usina de Simplício, foram R\$ 4,8 milhões que deixaram de ser gastos por conta de avaliações e pesquisas referentes ao concreto projetado.

Aprimorar esta metodologia de avaliação do valor agregado é o desafio colocado, pois desta forma acredita-se que poderá ser dada maior contribuição ao gerenciamento de tecnologias, por criar parâmetros e referências que permitam direcionar recursos que potencializem melhores resultados.



## CONTABILIDADE ENGENHOSA

A análise sobre os benefícios gerados pela atividade tecnológica não é uma tarefa simples como demonstra o gerente substituto do DCT.E, Ricardo André Marques.

### APOENA • Como valorar a tecnologia?

**Ricardo André Marques** • A gente parte do conceito de que tecnologia é um processo de base, ou seja, interage com diversas outras áreas da empresa para agregar valor ao negócio. A grande questão é: vale a pena ou não manter uma unidade de tecnologia como a nossa? Essa resposta não é trivial. Nosso custo é muito fácil de ser levantado. Mas o outro lado da conta, que é o benefício, não é possível ser identificado no orçamento da unidade, porque o benefício se dá nos empreendimentos de interesse da empresa. Para ver se vale, tem que olhar o negócio como um todo. Ao longo do tempo, tentamos evoluir nossa capacidade de gestão, porque temos consciência de que consumimos um volume razoável de recursos. Começou daí nossa inquietação de desenvolver uma abordagem consistente que nos sinalizasse qual é a validade do consumo desses recursos.

### APOENA • Essa preocupação sempre existiu?

**RAM** • Isso vem de uns dez anos para cá. Na virada dos anos 2000, começamos a investir um pouco mais em gestão. E nos associamos, na época, a instituições semelhantes à nossa, como a ABIPTI (Associação Brasileira das Instituições de Pesquisas Tecnológicas). Ganhamos em possibilidade de intercâmbio de ideias, na interação com os gestores dos principais centros de tecnologia do Brasil e conseguimos ver como a questão é tratada mundialmente. Percebemos que todos têm dificuldades semelhantes às nossas.

### APOENA • A valoração da atividade do centro de tecnologia está associada exclusivamente à prestação de contas?

**RAM** • Não. Está associada à forma como as contas estão organizadas. Uma parte muito significativa do benefício que o DCT.E gera não é medida em faturamento, mas em redução de desperdícios e custos que deixam de existir. Se não há uma estrutura contábil e gerencial bem desenvolvida, não é possível captar este tipo de valor. Um exemplo é a hidrelétrica de Santo Antônio, maior empreendimento da Eletrobras Furnas, no presente momento. Alguns estudos demonstraram uma economia em cimento de milhões de reais. Só que, se olharmos a contabilidade do empreendimento, consta o quanto foi gasto de cimento. Não há o valor anterior de quanto seria gasto, porque isso não aconteceu na prática. Havia uma previsão. Ou seja, a gente tem que ir lá, provocar esse tipo de discussão e gerar um documento para mostrar o antes e o depois. Outra questão é a confiabilidade. Não fazemos um empreendimento ruim para comparar com um bom e descobrir a diferença. Como valorar esse ganho de confiabilidade? São questões que não são objetivas, mas, sim, de difícil mensuração.



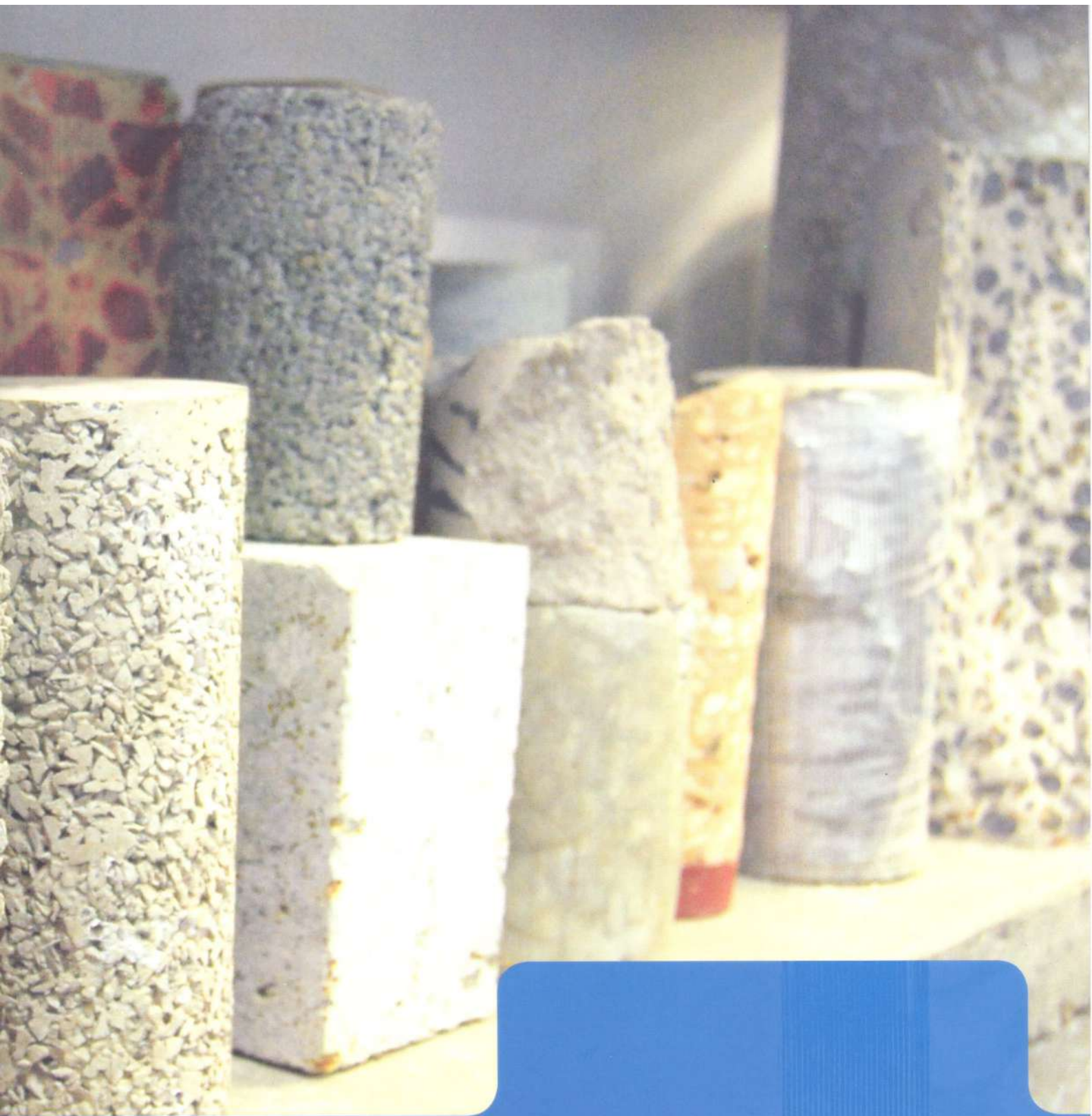
Foto: Adelson Carlos





Foto: Adelson Carlos





# Concreto com fibra em caixas espirais





A parceria entre a Eletrobras Furnas, a Coordenação de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Goiás transformou-se em referência internacional devido ao uso de concreto reforçado com fibras de aço (SFRC, na sigla em inglês) para a construção de caixas espirais de hi-

drelétricas, onde são instaladas as turbinas. Pesquisa iniciada em 2002, com duração de 36 meses, envolvendo as três instituições, buscou traduzir em equações o comportamento do material para este fim, o que permite realizar uma modelagem numérica da estrutura, capaz de indicar as regiões mais críticas e definir onde a adição de fibra é mais vantajosa.



Flavio Mamede e  
Eduardo Gambale

Foto: Adelson Carlos



Entre os benefícios do uso de concreto reforçado com fibras de aço está a redução de barras de reforço e de estribos, tornando mais fácil a colocação de armadura, o esqueleto de sustentação da estrutura, assim como o lançamento do concreto. Além disso, com a modelagem computacional é possível perceber se há excesso de armadura, o que significaria mais tempo e custo de

obra. Um possível resultado é antecipação da geração e da receita. A adição excessiva de fibra, no entanto, pode tornar a estrutura demasiadamente rígida. O que se busca é alcançar um teor ótimo do material.

O uso do aço como reforço de concretos não é, na verdade, uma novidade para a engenharia internacional. Entretanto, a utilização com propósitos estruturais ainda é bastante limitada, por conta, justamente, da ausência de procedimentos de cálculos e métodos de ensaio validados e aceitos no mundo todo.

A partir desta pesquisa, que gerou três dissertações de mestrado e duas teses de doutorado, foi possível avançar neste sentido. No futuro, ainda será necessário desenvolver uma recomendação técnica para a disseminação do SFRC em instalações estruturais, além de realizar experimentações em modelos reduzidos, ensaios estruturais sobre esforços dinâmicos e ensaios de durabilidade. A expectativa é a divulgação dos resultados no meio técnico para uma efetiva utilização em novos empreendimentos hidrelétricos.

Uma segunda fase da pesquisa já está sendo negociada com a Universidade de São Paulo (USP), informa o engenheiro civil do DCT.E e coordenador do projeto, Flávio Mamede. O objetivo é atender às etapas necessárias à disseminação da técnica no mercado. Por fim, serão produzidas quatro teses de doutorado e duas de mestrado. "O que teremos de melhor resultado é a retenção do conhecimento para a empresa, que poderá ser utilizado na prestação de serviço", ressalta Mamede.







Foto: Adelson Carlos





# Simulação numérica em dosagens de CCR





A utilização de um método científico de dosagem para produção do concreto compactado com rolo (CCR), cujos materiais constituintes são basicamente os mesmos de um concreto convencional, com água, areia, brita e cimento, promete aumentar ainda mais a confiabilidade do insumo utilizado na construção de barragens de hidrelétricas e pavimentos. O método contribui para tornar as estruturas mais impermeáveis e menos suscetíveis a influências externas, já que o concreto se torna mais compacto, além de reduzir os gastos com o cimento. A pesquisa foi realizada pela engenheira civil do DCT.E Luciana dos Anjos Farias, durante a sua formação de mestrado, iniciada em 2002, e concluída em 24 meses, em parceria com a Coppe-UFRJ.

O principal objetivo deste trabalho foi utilizar simuladores numéricos, em vez de métodos semiempíricos, para encontrar a melhor solução física, a partir de uma distribuição ótima dos materiais utilizados na mistura do concreto. Assim, as estruturas construídas devem apresentar melhor resistência e custo. Considerando a eficiência (parâmetro que indica quanto de resistência pode ser obtida em cada quilo de cimento da dosagem) dos concretos dosados pelo simulador numérico, observava-se que até 50% da quantidade de cimento pode ser reduzida para a ob-

tenção de uma mesma resistência de um concreto compactado com rolo, produzido por um método convencional. Isso quer dizer que um concreto com 80 kg por metro cúbico de cimento, produzido por um método científico, possui resistência equivalente à obtida em um concreto com 120 kg por metro cúbico de cimento, produzido por um método semiempírico, além de ser mais impermeável devido a maior compacidade das partículas.

A engenheira do DCT.E partiu de uma teoria pré-existente, a do método de empacotamento compressível (MEC), para desenvolver novos produtos de altíssimo desempenho, testados em protótipos nos laboratórios da Eletrobras Furnas. Na verdade, pesquisa semelhante já vinha sendo desenvolvida pela Coppe e pela Petrobras, no entanto, direcionada, à dosagem tecnológica das pastas de cimentação para poços de petróleo. A inovação está em aplicar o método científico aos concretos compactados com rolo, o que poderá originar novas formulações e processos que permitirão incrementar o desenvolvimento do país nessa área de conhecimento. A expectativa é que o somatório da bagagem teórica da Coppe com a experiência da Eletrobras Furnas resulte no desenvolvimento de procedimentos que irão melhorar ainda mais a confiabilidade das usinas construídas pela empresa.



## INOVAÇÃO QUE GERA ECONOMIA E RESISTÊNCIA

A busca por métodos cada vez mais avançados de otimização dos materiais utilizados na produção de concreto levou a engenheira civil e pesquisadora Luciana dos Anjos Farias a analisar, em sua dissertação de mestrado realizada em parceria com a Coppe-UFRJ, uma metodologia inovadora de composição física do concreto compactado com rolo.

**APOENA • O que é o projeto desenvolvido para o concreto compactado com rolo?**

**Luciana dos Anjos Farias •** O intuito era produzir um método de dosagem para o concreto compactado com rolo de forma que ele ficasse o mais fechado possível, ou seja, com a estrutura mais compacta e menos porosa, condição esta característica de um CCR. Uma das diferenças do CCR para os outros concretos convencionais é que, em seu estado fresco, deve ser capaz de suportar o peso de um rolo vibratório e compactador no momento da compactação. Essa é uma das características que o aproxima de um solo, sendo bastante utilizado em obras de barragens. Por ter uma condição mais seca que a de um concreto convencional, o método do empacotamento compressível (MEC) foi visto como um recurso ideal para aplicação na produção de CCR. Por meio dele poderia ser alcançada a compacidade máxima do material apenas com a melhoria na distribuição dos grãos o que, consequentemente, favoreceria um menor consumo de material cimentício e a obtenção de um concreto menos poroso. Essa ideia contribuiu com a hipótese de considerar o CCR para face de barragens onde, normalmente, é necessária uma face de concreto convencional, porque o compactado com rolo tende a ser mais poroso. Então, o objetivo desse projeto era esse, estabelecer um método de dosagem científica por meio do empacotamento compressível, para que fosse possível a obtenção de um material o mais fechado possível, com maior compacidade.



Foto: Mauricio Rufino

**APOENA • Qual o efeito da porosidade sobre o resultado da obra?**

**LAF •** De uma maneira simplista, pode-se dizer que quanto maior a porosidade do concreto mais permeável ele fica, facilitando a passagem de água através dele, o que pode ser danoso para a estrutura de uma obra. Dessa forma, usamos uma face de concreto convencional, que é menos poroso, para diminuir esse fluxo de água através da estrutura.

**APOENA • Qual a vantagem do concreto compactado com rolo em relação aos demais?**

**LAF •** A grande vantagem é que é econômico e de execução rápida. No Brasil, o consumo de cimento (na produção do concreto compactado com rolo) é, em média, de 80 Kg a 90 Kg por metro cúbico. Para se ter uma idéia, em um concreto convencional médio, de um tipo que normalmente representa a maior porcentagem de lançamento de concreto de uma obra, são gastos em torno de 300 kg de cimento por metro cúbico de concreto lançado. Além disso, podemos considerar as duas características principais que fazem o concreto criar resistência: a química, que vem do material cimentício, e a física, na qual os materiais ficam tão bem distribuídos, que é possível ter resistência pelo próprio arranjo dos grãos, adequando-o para a melhor distribuição com base na máxima compacidade. Com isso, pelas próprias características de consistência e de lançamento do CCR, é possível obter resistência não só pelo cimento, mas também através da melhor composição dos materiais e sua distribuição dentro do concreto. E o uso desse material é bastante diverso, além de barragens, pode ser utilizado na construção de rodovias, pavimentos e proteções de cristas de barragens (rip rap).





Foto: Adelson Carlos

# Soluções de longo prazo



Estruturas de concreto de amplas dimensões, que utilizam grandes volumes de material, bem como elementos estruturais de concreto de alta resistência, podem estar sujeitas à fissuração nas primeiras idades e, assim, ter sua durabilidade comprometida. Essa possibilidade de ocorrência de fissuras se dá pelas variações dimensionais nessas primeiras idades, decorrentes das reações da água com o cimento, material fundamental para dar resistência ao concreto.

Medidas de combate ao surgimento desse problema são necessárias para que as estruturas dos empreendimentos tenham maior vida útil, ou seja, mantenham-se desempenhando suas funções no longo prazo, sem grandes intervenções de manutenção. Além disso, para que materiais como o concreto de alta resistência possam ser utilizados de forma mais ampla.

O concreto de alta resistência permite elaborar elementos estruturais mais funcionais, com ganhos significativos de espaço interno (área útil) e com reflexos positivos na economia de formas, armaduras e volume de concreto. Nos empreendimentos de usinas hidrelétricas, este concreto pode ser utilizado nas vigas do munhão, componentes responsáveis pela sustentação das comportas, e ainda na construção ou reparo de canais e vertedouros, podendo minimizar ou até evitar o desgaste por cavitação e erosão. Como exemplos práticos de aplicação, é pos-

sível citar que em usinas hidrelétricas, como Segredo, Porto Primavera e Serra da Mesa, todas com o controle tecnológico da Eletrobras Furnas, esse material foi empregado com grande sucesso em estruturas como tomada d'água e casa de força, viga do munhão e vigas de suporte da ponte rolante.

Outro aspecto importante é que neste tipo de concreto podem ser empregados resíduos industriais como a sílica ativa, cinza volante e mecaulinita, para melhorar as suas características, uma opção de sustentabilidade para a construção civil.

Apesar das vantagens do uso do concreto de alta resistência, o risco de fissuração nas idades iniciais, pode prejudicar o desempenho da estrutura e até o empreendimento. Assim, é importante que se conheça profundamente o que leva o material a fissurar. Neste intuito, foi desenvolvido o projeto de Pesquisa & Desenvolvimento, intitulado *Fissuração do concreto a poucas idades: modelagem mecânica, numérica e análise experimental*. Já concluído, o trabalho foi gerenciado pela engenheira civil Anne Neiry de Mendonça Lopes, do DCT.E, com a parceria da Coppe-UFRJ. A pesquisa, que estudou o emprego de aditivos redutores de retração no concreto para mitigar o problema da fissuração, resultou em duas teses de doutorado, sendo uma delas, a da própria gerente do projeto, a engenheira Anne, tese defendida em julho de 2011.





A pesquisa é uma grande contribuição ao tema, podendo ser considerada inovadora no Brasil e até no exterior, em alguns aspectos, pois poucos estudos tinham sido desenvolvidos. Os resultados mostram que o problema da fissuração do concreto de alta resistência nas idades iniciais pode ser minimizado com o emprego do aditivo redutor de retração, possibilitando o emprego de um material mais durável. Tais resultados estão sendo publicados e apresentados em congressos nacionais e internacionais.

Além do envolvimento de instituições como a Universidade de Brasília (UnB) e Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (UFRGS), a participação da Coppe foi fundamental pelo nível de conhecimento já adquirido pela equipe técnica daquela instituição. É ressaltada, também, a utilização de técnicas avançadas de ensaios com equipamentos de última geração da Coppe.

“É válido salientar que, do ponto de vista do DCT.E, o acesso aos equipamentos, a disponibilidade de espaço, a infraestrutura dos laboratórios, os recursos financeiros do programa de P&D, mas, principalmente, o envolvimento da equipe técnica do centro tecnológico foram aspectos que contribuíram imensamente para o sucesso do trabalho”, destacou Anne.





## AVANÇO EM DURABILIDADE

Soluções contra a fissuração do concreto nas primeiras idades motivou a engenheira civil do DCT.E Anne Lopes a realizar pesquisa inovadora no Brasil. O trabalho resultou em capacitação profissional e descobertas que podem contribuir para tornar as estruturas construídas ainda mais seguras e duráveis.

### APOENA • Qual o objetivo desta pesquisa?

**Anne Lopes** • O concreto, principalmente o de alta resistência, pode apresentar problema nas primeiras idades após a moldagem, podendo levá-lo à fissuração, com prejuízo à sua durabilidade. Nas primeiras horas, a ocorrência da retração autóloga (característica do concreto, mas preocupante nos concretos de alta resistência) pode provocar o aparecimento de fissuras e trincas. Caso não sejam tomadas medidas preventivas, esse quadro de fissuras e trincas exige, em pouco tempo, altos custos de manutenção, com comprometimento não só da durabilidade, mas também da integridade da estrutura. A proposta do projeto, então, é analisar as soluções para este problema. Trabalhamos com a modelagem numérica, mas a maior ênfase foi na parte experimental em laboratório.

### APOENA • Quais os avanços acadêmicos decorrentes do projeto?

**AL** • Ele envolveu dois doutorados. Um deles foi o meu, concluído em julho de 2011, e o outro, da professora da UnB, Eugênia Fonseca, na época aluna da Coppe. Foi um projeto com dois doutorados integrados.

### APOENA • A pesquisa é uma inovação?

**AL** • Dentro do Brasil, é possível dizer que é uma inovação. É inovador, porque muito poucas instituições têm estudado, e o enfoque dado na nossa pesquisa não havia sido explorado por nenhum outro pesquisador no Brasil, e, comparado às pesquisas internacionais, há muitos pontos também inéditos. No mundo, muitos têm se dedicado a este assunto. A Coppe, junto com a Eletrobras Furnas, é uma das pioneiras no estudo deste assunto no Brasil. Buscaram-se inicialmente as lacunas

existentes sobre o assunto, com o estudo do estado da arte sobre o tema, com uma extensa revisão bibliográfica. A partir daí, a pesquisa objetivou atacar exatamente essas lacunas. Tanto é que os resultados das nossas teses, que em síntese mostram que há solução para melhorar ou até mesmo evitar o problema da fissuração do concreto de alta resistência, estão gerando excelentes artigos técnicos para apresentação e publicação em eventos/periódicos internacionais, inclusive mostrando os aspectos inovadores da nossa pesquisa.



### APOENA • Existe alguma peculiaridade brasileira?

**AL** • Existe, principalmente, o uso de materiais nossos e trabalhamos com níveis de resistência (do concreto) mais próximos da realidade da construção civil do nosso país.

### APOENA • Qual a consequência prática da pesquisa para a Eletrobras Furnas?

**AL** • A capacitação profissional, não só minha com meu doutorado, mas também de colegas do DCT.E que me ajudaram no desenvolvimento da pesquisa é ponto de grande relevância. Os conhecimentos adquiridos

possibilitam ao DCT.E prestar melhores serviços, contribuindo para resolver problemas de durabilidade das estruturas. Como exemplo, nosso trabalho tem sido usado como objeto de estudo para aplicação em obras em andamento aqui no Brasil, cujos requisitos de durabilidade são mais rigorosos e para as quais o DCT.E tem prestado serviço. Destaque-se que o estudo chegou à conclusão que o aditivo redutor de retração, mostrou-se como solução promissora, capaz de minimizar significativamente o problema da fissuração devido à retração, o que possibilita estruturas mais seguras e duráveis.



# Ameaças sob controle

O cálculo dos riscos de instalação de usinas geradoras de energia influencia diretamente a competitividade das concessionárias. Com foco em concorrências, inclusive internacionais, a Eletrobras Furnas iniciou em março deste ano uma pesquisa aplicada com a Coppe-UFRJ que irá resultar, após 18 meses, em um sistema capaz de identificar ameaças aos projetos. Com esta ferramenta, a empresa estará apta a negociar eventuais reduções dos prêmios de seguros de suas instalações e comparar os seus empreendimentos entre si, no que se refere aos métodos de gestão e planejamento.

Os riscos serão hierarquizados a partir da identificação de variáveis relevantes, obedecendo a uma ordem de classificação por modelos de gestão e observações realizadas em uma usina eólica hipotética e outras seis hidrelétricas. O trabalho também poderá ser

aplicado nas usinas do rio Madeira e nas demais hidrelétricas em projeto, construção ou operação.

Com a utilização de uma abordagem mais científica sobre o tema, em vez dos métodos de caráter qualitativos que são comumente usados, a Eletrobras Furnas terá acesso a ferramentas precisas no gerenciamento dos empreendimentos. Ao fim, serão gerados como produtos do trabalho uma metodologia; um projeto piloto; e um *software* em módulo executável para gestão da base de dados de tratamento matemático e emissão de relatórios. Além de nota técnica; artigo a ser submetido a eventos nacionais; um livro; duas dissertações de mestrado e uma tese de doutorado sobre o tema. A pesquisa também funcionará como uma oportunidade de renovação do conhecimento, que será transmitido a toda empresa por meio de cursos e seminários.



## MENOS IMPREVISTOS, MAIS COMPETITIVIDADE

O conhecimento dos riscos envolvidos na instalação de empreendimentos de geração podem ser determinantes na capacidade das concessionárias de energia alcançarem posição de vantagem nos leilões de hidrelétricas. A parceria da Eletrobras Furnas com a Coppe-UFRJ para a formulação de uma metodologia neste sentido será um diferencial nas concorrências, acredita o engenheiro do DCT.E Flavio Augusto Settimi Sohler, gerente do projeto de P&D.

**APOENA • Como está estruturado o projeto?**

**Flavio Augusto Settimi Sohler •** Em duas etapas. A primeira está voltada para a produção de um diagnóstico atual da situação de gestão de risco na Eletrobras Furnas. O que quer dizer que a Coppe irá nos entregar um documento de alinhamento da metodologia ao plano diretor e ao catálogo de riscos de nossa empresa. A segunda etapa será de transformação em métricas e classificação dos empreendimentos de geração sob o aspecto do risco.

**APOENA • Quais os ganhos de competitividade para a empresa com a utilização desta metodologia?**

**FASS •** É difícil mensurar. Mas imagino que seja de, no mínimo, 20% a 30%, porque a empresa conseguirá levantar custos e mensurar contingências de uma forma mais precisa e, com isso, lograr maiores êxitos nos leilões. Atualmente, o mercado de energia é bastante competitivo e projetos inovadores de P&D com resultados práticos são extremamente necessários para o aumento da competitividade.

**APOENA • Qual o diferencial da Coppe para que tenha sido escolhida como parceira neste projeto?**

**FASS •** O coordenador do projeto, que também é professor na UFRJ, já trabalhou na Copel, no Paraná, e conhece bastante o setor elétrico. A formação teórica e prática dele tem tudo a ver com os objetivos desse projeto. Eles possuem pesquisadores especializados e com interesse em gerar conhecimento por meio de artigos científicos que serão elaborados ao fim do projeto. Em termos de qualificação, a Coppe demonstrou vantagens.







Foto: Adelson Carlos





**Parceria em prol do  
desenvolvimento  
tecnológico**





**Coppe/UFRJ, maior centro de ensino e pesquisa em engenharia da América Latina, firma parcerias com empresas nacionais e estrangeiras, como Eletrobras Furnas, para desenvolver a tecnologia nacional e levar o Brasil a ocupar posição de destaque no cenário internacional.**

Em 1963, nascia o maior centro de pós-graduação e pesquisa de engenharia da América Latina, a Coppe/UFRJ. Aos quase 50 anos, que serão completados em 2013, a instituição acadêmica já formou mais de 12 mil mestres e doutores e executou mais de 10 mil projetos de pesquisa, desenvolvimento e prestação de serviços em parceria com empresas públicas e privadas e com entidades da sociedade civil.

Com orçamento de R\$ 500 milhões, a Coppe/UFRJ tem 12 programas de pós-graduação e quatro áreas interdiscipli-

nares, 320 professores doutores, em regime de dedicação exclusiva, 2,8 mil alunos e 350 funcionários, entre pesquisadores e pessoal técnico e administrativo. Possui o maior complexo de laboratórios do país na área de engenharia, com 116 instalações, onde são desenvolvidos projetos e pesquisas em áreas de ponta, como computação de alto desempenho, novas matérias, gestão do conhecimento, meio ambiente e tecnologia de petróleo *offshore*.

Para levar toda bagagem e conhecimento acadêmico ao mundo corporativo,



a Coppe criou, em 1970, a Coppetec, hoje Fundação Coppetec. Surgia, neste ano, o projeto tecnológico pioneiro da Coppe firmado com uma empresa brasileira: a Eletrobras Furnas. "Isto foi um marco importante para a história da engenharia nacional. A Eletrobras Furnas sempre esteve à frente, buscando ser protagonista do setor elétrico, do estado do Rio de Janeiro e do país", ressalta o diretor de Tecnologia e Inovação da Coppe, professor Segen Estefen.

A Coppe e a Eletrobras Furnas tem um longo histórico de parcerias em projetos que trouxeram inovação para o setor elétrico brasileiro, desenvolvidos nas últimas quatro décadas. Mesmo após tanto tempo, a instituição e a empresa ainda conseguem manter áreas de interesse em comum, como o desenvolvimento da energia renovável no Brasil, que poderão reforçar ainda mais a parceria nos próximos anos. Em 2009, a Coppe e a Tsinghua, principal universidade da China na área de engenharia, inauguraram o Centro China-Brasil de Mudança Climática e Tecnologias Inovadoras para Energia, sediado em Petrópolis. Conforme o professor Estefen, o centro sino-brasileiro quer formar um comitê de energia renovável, com a participação da Eletrobras Furnas e também da empresa chinesa Três Gargantas.

A ideia, revela o professor, é ampliar a cooperação científica entre os países para a aplicação prática. Segundo ele, a China hoje tem infraestrutura industrial diferenciada, principalmente na produção de equipamentos voltados à energia eólica e solar. O Brasil tem papel importante na inovação e adequação da tecnologia à realidade brasileira. "Nada melhor do que ter a Eletro-

bras Furnas e a Três Gargantas, juntas com a Coppe e a Tsinghua, nesta parceria", afirma Estefen.

Em parceria, Coppe e Eletrobras Furnas estão avaliando atuar em projetos voltados à tecnologia verde, como ônibus e embarcações a hidrogênio, e o aperfeiçoamento de tecnologias voltadas à energia eólica, envolvendo estudos sobre aerodinâmica das pás dos aerogeradores. Existem também estudos para geração de eletricidade por meio das ondas do mar. No momento, um grupo de trabalho formado pela instituição e pela empresa definem o que é prioridade para

## NÚMEROS DA COPPE

**12** programas de pós-graduação

**04** áreas interdisciplinares

**320** professores doutores

**2,8 mil** alunos

**350** funcionários

**116** laboratórios

**+ de 12 mil** mestres e doutores formados

**+ de 10 mil** projetos executados

Orçamento de **R\$ 500 milhões**





cada na escolha e implementação dos projetos.

Com o DNA renovável da Eletrobras Furnas (responsável por 10% da geração de energia elétrica do país, com 15 usinas hidrelétricas) o diretor da Coppe acredita que a empresa quer seguir adiante com as ideias que tragam impactos positivos ao país, em especial para o setor de energia. Isto, segundo ele, se afina com a proposta da instituição, que aposta num Brasil relevante para o cenário da engenharia internacional, oferecendo produtos e serviços condizentes com sua força e grandeza, nas áreas técnicas e empresariais.

Os caminhos da parceria apontam para o futuro, que está nas mãos dos profissionais da Coppe e da Eletrobras Furnas. Para isto, uma iniciativa que está sendo discutida é a formação de recursos humanos, via criação de um MBA na área de energia, estruturado em módulos sobre tecnologia, planeja-

mento energético, inovação, gestão e finanças. Engenheiros da empresa podem também participar de cursos de mestrado e doutorado, em tempo parcial, com duração de três e seis anos, respectivamente.

Além destas duas possibilidades, o diretor da Coppe revela que os alunos da instituição poderão também ser incentivados a trabalhar em teses com temas de interesse da Eletrobras Furnas. "As empresas precisam motivar os alunos de graduação. A hora em que elas apresentarem projetos inovadores, vão conseguir despertar o interesse dos alunos mais brilhantes das universidades. Todos querem estar onde se projeta o futuro. Nesta parceria, ganha Eletrobras Furnas, que terá seus quadros qualificados, propondo atualização e estudos contínuos; e ganha a Coppe, que leva para a prática, para a realidade, as inovações que estão dentro dos centros de pesquisa", conclui Estefen.



## OS DESAFIOS DE UM ACADÊMICO

Professor de Engenharia Oceânica e diretor de Tecnologia e Inovação da Coppe/UFRJ, Segen Estefen decidiu expandir sua atuação em 2001, formando um grupo de energia renováveis *offshore* para geração de eletricidade, motivado pelo racionamento de energia ocorrido naquele ano. Para ele, o maior desafio é manter os recursos humanos altamente qualificados, levando engenheiros e doutores experientes para dentro das empresas. Este desafio, segundo ele, está sendo superado por meio da sinergia entre universidades e o mundo empresarial.

**APOENA • Qual a sua avaliação sobre parcerias entre o mundo acadêmico e as empresas?**

**Segen Estefen •** A parceria é importante para manter a atividade dos nossos laboratórios em alto nível. Recebemos grandes desafios e tratamos de resolvê-los. Além disso, a parceria é um instrumento de aperfeiçoamento. São através dos projetos que os alunos têm a oportunidade de se deparar com a realidade. O ambiente dos centros de pesquisa é propício para o novo e para gente nova. Mas, se não existir a condição de se caminhar para a realidade, sem a consequência da prática, tudo acaba dentro dos corredores das universidades.

**APOENA • O Brasil tem avançado em termos de inovação tecnológica?**

**SE •** Acredito que sim, mas há um longo caminho a percorrer. Temos que transformar conteúdo em produtos e processos. Acumulamos massa crítica invejável, mas precisamos dar um salto e entrar no mercado. Precisamos desenvolver mecanismos mais efetivos para que mais doutores e mestres estejam dentro das empresas.

**APOENA • Como o Brasil pode superar os seus desafios?**

**SE •** O Brasil precisa primeiro deixar de valorizar somente o que vem de fora. Temos que enfatizar cada vez mais que no contexto atual, em especial nas áreas de ciência e tecnologia, somos referência para os nossos vizinhos. Estamos em 13º lugar no ranking mundial da produção científica. O que falta é ligar este movimento científico à aplicação nas indústrias e à sociedade.

**APOENA • E os desafios do setor elétrico?**

**SE •** Na área de energia, o Brasil com suas hidrelétricas tem espaço adequado e promissor para inovações. Temos um potencial imenso para sermos eficientes e competitivos e termos preços condizentes. Tal como nossa matriz, o complemento energético precisa ser limpo também. Nosso desafio é trabalhar na Amazônia.

**APOENA • Como diretor de Tecnologia e Inovação da Coppe, quais são os seus desafios?**

**SE •** Um dos maiores desafios é manter a alta qualificação dos recursos humanos. Garantir uma carreira para engenheiros e doutores experientes dentro das empresas. Acredito que este desafio possa ser superado pela dinâmica de interação e sinergia entre universidade e empresa.





**XI FÓRUM INTERNACIONAL DE  
CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO**

*Aracaju – SE*

**01 a 03  
de agosto  
de 2012**

**VIII CBPE - CONGRESSO  
BRASILEIRO DE  
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

*Curitiba – PR*

**12 a 15  
de agosto  
de 2012**

**VIII CONFERÊNCIA DE  
CENTRAIS HIDRELÉTRICAS  
MERCADO & MEIO AMBIENTE**

*São Paulo - SP*

**22 a 23  
de agosto  
de 2012**

**29 a 31  
de agosto  
de 2012**

**BRAZIL WINDPOWER 2012**

*Rio de Janeiro - RJ*

**03 a 05  
de setembro  
de 2012**

**ABINEE TEC 2012 - FÓRUM DE  
SUSTENTABILIDADE, ENERGIAS RENOVÁVEIS,  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E NORMALIZAÇÃO**

*São Paulo - SP*

**Siemens no Fundão**

Pesquisadores da Siemens começarão a ser transferidos para o novo centro tecnológico da empresa, na Ilha do Fundão (RJ), a partir de meados de novembro deste ano. Com investimento previsto de R\$ 50 milhões, o centro receberá inicialmente cerca de 400 profissionais, mas a previsão é que, em quatro anos, o número chegue a 800. Dentre os estudos a serem desenvolvidos no local estarão pesquisas sobre tecnologias submarinas, além de projetos ligados às áreas de energias renováveis e eficiência energética, bem como açúcar e etanol. Este será o oitavo centro de P&D da empresa no Brasil e o primeiro no Rio.

**FIQUE  
DE  
OLHO!**

XXXII CONGRESSO  
INTERNACIONAL DE  
PROPRIEDADE INTELECTUAL

São Paulo - SP

**26 a 28  
de agosto  
de 2012**

**FIQUE  
DE  
OLHO!**

**Referência em renováveis**

O Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGás-ER), com sede no Rio Grande do Norte, terá um aporte de R\$ 50 milhões até 2013. A meta do centro é se tornar referência na área e ter condições de, em breve, oferecer ao mercado um laboratório para testes de turbinas eólicas. O CTGás-ER também prevê o desenvolvimento de competências na área de pesquisas heliotérmicas.

**NÃO PERCA!**

**Prêmio FINEP 2012**

O Prêmio FINEP é o mais importante instrumento de estímulo e reconhecimento à inovação no País. Desde 1998, já premiou mais de 500 empresas, instituições e pessoas físicas, sendo responsável pela projeção dos contemplados não apenas no Brasil como no exterior.

Em 2012, o Prêmio completa 15 anos e traz uma série de mudanças. A principal delas é que a premiação será feita em dinheiro: serão disponibilizados de R\$ 100 mil a R\$ 600 mil para os primeiros colocados regionais e nacionais de cada categoria, totalizando cerca de R\$ 9 milhões.

As inscrições serão realizadas eletronicamente, **de 16 de abril a 16 de agosto de 2012**, através do site [premio.finep.gov.br/](http://premio.finep.gov.br/)