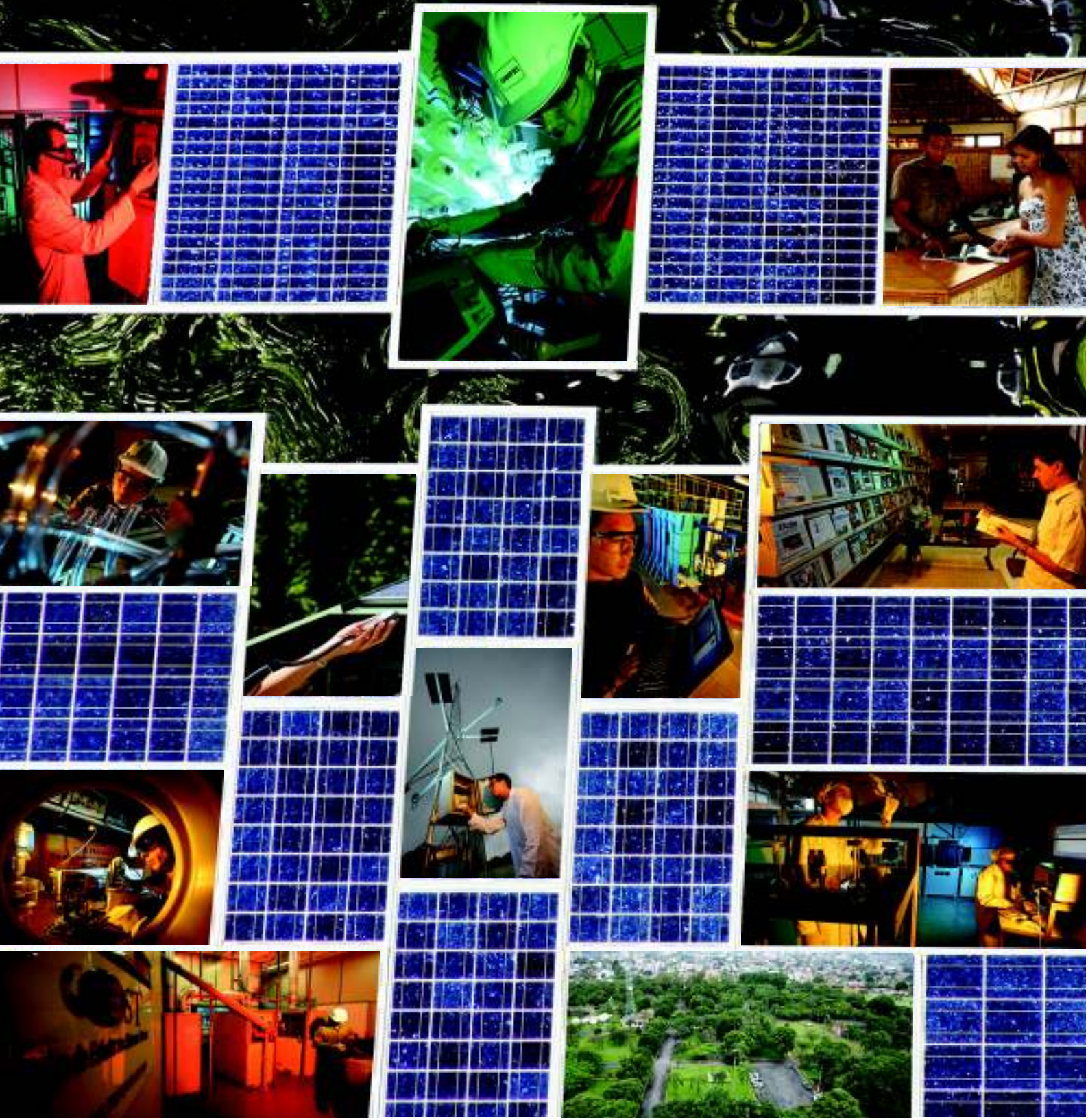


# PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



Informativo do Programa de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig • 2009 • nº 5







# QUE ENERGIA VOCÊ VAI USAR AMANHÃ?

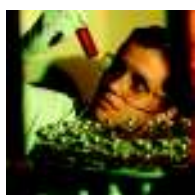
Energia é uma das principais questões para o futuro.  
A Cemig trabalha hoje para encontrar respostas para o amanhã.

- Estuda novas fontes alternativas e renováveis de energia, como a eólica, a solar, a biomassa.
- Estuda a cogeração de energia elétrica, usando hidrogênio, gás natural, álcool e biodiesel.
- Foi a primeira a instalar uma usina eólica-elétrica experimental integrada ao sistema elétrico brasileiro.
- Com investimentos de R\$ 213 milhões, adquiriu três parques eólicos no Ceará, com potência de cerca de 100 MW.
- Faz parte do grupo de empresas que desenvolve, no Brasil, o VE – Veículo Elétrico –, ajudando a criar uma alternativa aos combustíveis fósseis.
- Na UniverCemig, a Universidade Corporativa da Cemig, a Empresa promove o desenvolvimento contínuo dos profissionais, a pesquisa tecnológica e a geração de conhecimento sobre energia.

Por essas e outras, a Cemig está há 9 anos consecutivos no Índice Dow Jones de Sustentabilidade.  
**Por essas e outras, a Cemig vai continuar sendo a melhor energia do Brasil.**

**CEMIG**  
A Melhor Energia do Brasil.

 **GOVERNO  
DE MINAS**



## GESTÃO TECNOLÓGICA

### Parceria estratégica

Cemig e IEL-Minas juntos em busca da inovação tecnológica

### UniverCemig

Porque sempre é tempo de aprender

### Centro de Desenvolvimento de Conhecimento em Gestão (CDCG)

Pensar com estratégia



## NOVAS FONTES ENERGÉTICAS

### Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (NEST)

Desenvolvendo ferramentas para o uso alternativo de energia

### Laboratório de Materiais e Pilhas a Combustível (LAMPAC)

Energia com sustentabilidade

### Núcleo de Excelência de Materiais Solares (NEMS)

Tecnologia brasileira, matéria-prima mineira

### Green Solar

Referência em energia renovável

### Centro de Pesquisa em Energia Inteligente (CPEI)

Eficiência energética é sinônimo de pesquisa



## MEIO AMBIENTE

### Centro de Excelência em Matas Ciliares (CEMAC)

Porque todo rio precisa ser preservado



## GERAÇÃO

### Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos (CPH)

Porque peixe não vive fora da água fria



## TRANSMISSÃO

### Lighting Research Center (LRC) – Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Descargas Atmosféricas

8

9

12

Monitoramento preciso de descargas atmosféricas

38



## DISTRIBUIÇÃO

### Centro de Excelência em Eficiência Energética (Excen)

Educação e consciência para o uso adequado de energia

42

### Centro em Qualidade e Compatibilidade Elétrica (C-QCE)

Em busca da qualidade da energia

45

## PROJETOS APROVADOS PELA ANEEL

50



30

34





Sede da Cemig, em Belo Horizonte.



## DIRETORIA

**Presidente:**

*Djalma Bastos de Moraes*

**Vice-presidente:**

*Arlindo Porto Neto*

**Diretor Comercial:**

*Bernardo Afonso Salomão de Alvarenga*

**Diretor de Distribuição e Comercialização:**

*Fernando Henrique Schuffner Neto*

**Diretor de Desenvolvimento de Novos Negócios:**

*José Carlos de Mattos*

**Diretor de Finanças, Relações com Investidores e Controle de Participações:**

*Luiz Fernando Rolla*

**Diretor de Gás:**

*José Carlos de Mattos*

**Diretor de Gestão Empresarial:**

*Marco Antonio Rodrigues da Cunha*

**Diretor de Geração e Transmissão:**

*Luiz Henrique de Castro Carvalho*

## PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Informativo do Programa de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig

**Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas**

*Alexandre Francisco Maia Bueno*

**Editada pela Superintendência de Comunicação Empresarial**

*Av. Barbacena, 1200 - 19º andar - Belo Horizonte - MG  
 imprensa@cemig.com.br - www.cemig.com.br*

**Editor Responsável**

*Luiz Henrique Michalick  
 Reg. Nº 2211 - SJPMG*

**Coordenação de Edição**

*Maria Zuleila Carmona Campos*

**Edição**

*Júnia Carvalho*

**Textos**

*Júnia Carvalho e Breno Procópio*

**Revisão**

*Tucha*

**Projeto Gráfico e Editoração**

*É editora!*

**Fotografia**

*Eugenio Paccelli*

**Impressão**

*Esdeva Indústria Gráfica S/A*

**Tiragem**

*15 mil exemplares*

## NA ORIGEM DO TERMO

Se buscarmos um conceito filosófico único para definir excelência hoje, no mundo empresarial, provavelmente não o encontraremos. Para os pensadores gregos, a alma humana se divide entre a excelência moral, relacionada às emoções, e a intelectual, ligada à capacidade do intelecto e a todos os campos que envolvem a razão, tais como a ciência, a técnica e a própria filosofia. Só a conjugação das duas pode levar o homem à verdadeira ética.



Mas como transpor o termo acadêmico para a vida prática, para o ambiente organizacional? No âmbito intelectual, em razão da busca de competitividade e da necessidade de retorno para os acionistas e para todos os públicos de interesse, uma empresa precisa investir em tecnologia de ponta para ser excelente. E a excelência empresarial de hoje também deve se pautar pelo respeito à diversidade, pela inclusão social e pela responsabilidade ambiental, tudo em busca do desenvolvimento sustentável.

O desafio, entretanto, não para por aí. Sem investimento em pesquisa, não há como obter alternativas tecnológicas que garantam a evolução necessária à solução dos problemas que o planeta vive; também não será possível estender os benefícios do desenvolvimento a todos. Muito menos poderão empresas e governos, preservando o meio ambiente, garantir os meios de produção e de serviços, assegurando bem-estar às gerações futuras.

Os Centros de Excelência que a Cemig patrocina ou apoia são ambientes estruturados

e direcionados para a solução de problemas e prospecção tecnológica, localizados nas universidades mineiras reconhecidas como referências. São também exemplos de como as empresas do Grupo Cemig acreditam que a qualidade de vida e o atendimento às necessidades da população que compõem o seu negócio principal – geração, transmissão e distribuição de energia – devem ser construídos sobre o tripé da sustentabilidade. A moderna gestão requer responsabilidade ambiental, social e desenvolvimento

econômico. Mas, para isso, precisa empreender esforços permanentes na busca pela eficiência operacional, pela capacidade de liderança e pelo conhecimento técnico e gerencial, sem perder o foco na qualidade e na competitividade.

Em qualquer lugar do mundo, quando uma empresa se une a instituições de pesquisa, a universidades e a profissionais voltados para o conhecimento que derive em sustentabilidade, pode-se dizer que ela está evoluindo. O destino deve ser construído passo a passo, dia a dia, tal como a história fundada na Antiguidade. A excelência é e sempre será um desafio no qual ciência e inovação são ótimas conselheiras, especialmente se estiverem associadas à visão humanista que deve permear toda e qualquer forma de desenvolvimento.

**Djalma Bastos de Moraes**  
Diretor Presidente

## CONHECIMENTO A SERVIÇO DA SOCIEDADE

O programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Cemig foi o ponto de partida para a busca de parcerias tecnológicas que garantissem a competitividade e a liderança da empresa em seu segmento de negócio: a energia elétrica. Por meio dele, foi criado o Comitê de Pesquisa, Desenvolvimento e Tecnologia da Cemig (CPDT) que, atento às demandas internas, diagnosticou a necessidade de se criar uma rede de conhecimento externa que garantisse a continuidade e a efetividade dos projetos empreendidos aqui dentro.



Cemig no setor de energia, gerando retorno expressivo para a empresa.

Dessa forma, o conhecimento produzido pode se transformar em insumo para a iniciativa privada, permitindo atingir toda a sociedade com melhoria de vida e informação compartilhada. Foi assim com o Centro de Pesquisas sobre Descargas Atmosféricas (LRC), da UFMG, que, ao estudar o fenômeno das descargas, produziu resultados fundamentais para as áreas de Transmissão e Distribuição da Cemig. Também é o caso do

Green Solar, abrigado na PUC Minas, referência em estudos e aplicações da energia solar em todo o Brasil.

Os Centros ou Núcleos de Excelência dão apoio ao Programa de P&D da Cemig, constituído por projetos de pesquisa aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que necessitavam de espaço científico para se desenvolver. Somou-se, também, a consolidação de Núcleos surgidos da coincidência de objetivos entre a empresa e universidades, como o Laboratório de Materiais e Pilhas a Combustível, da Universidade Federal de Minas Gerais. Sua atuação iniciou-se com as universidades mineiras, abrangendo Belo Horizonte e o interior do Estado. Foi assim que a Cemig chegou a cidades como Itajubá, Lavras, Viçosa, Ouro Preto, dentre outras.

Tratados com a individualidade necessária a cada campo da ciência, os Centros de Excelência parceiros da Cemig têm ajudado a formar profissionais especializados em campos cada vez mais singulares. Nesses laboratórios, projetos de P&D da empresa ganham corpo, propiciando resultados empresariais, aproximação entre iniciativa privada, setor público e universidades e disseminação do conhecimento na sociedade.

A filosofia predominante indica dois caminhos. O primeiro, no estímulo à autonomia dos Centros de Excelência em relação às universidades que os abrigam, privilegiando projetos voltados para a busca por eficiência nos processos empresariais, com retorno financeiro que possa ser reinvestido nos próprios Centros. O segundo foca o atendimento às demandas da

Como inexiste ciência que seja útil se não estiver a serviço das pessoas, a inovação tecnológica, nesse contexto, sai diretamente dos laboratórios para a vida real de quem acredita que o futuro depende dos avanços que a inteligência humana está construindo agora.

**Arlindo Porto**  
Diretor Vice-presidente





**GESTÃO  
TECNOLÓGICA**

## PARCERIA ESTRATÉGICA

### Cemig e IEL-Minas juntos em busca da inovação tecnológica

Vocacionada para a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, a Cemig não abre mão da pesquisa para ampliar o desenvolvimento de seu negócio e da sociedade. Ao optar por isso, busca parceiros externos à empresa para apoiar essa vertente de sua atuação, o que tem gerado acordos operacionais e alianças estratégicas com vários institutos e centros de geração de conhecimento, além de universidades e indústrias. Tudo em nome da inovação tecnológica, conceituada de acordo com o princípio de *open innovation* ou inovação aberta.

Por meio dessas parcerias, a Cemig tem desenvolvido projetos de seu interesse que também contribuem para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, como os projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), que compõem o programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), no qual concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica devem aplicar anualmente um percentual de sua receita operacional líquida. A aplicação desses recursos é obrigatória e está prevista em lei, cabendo à Aneel regulamentar o investimento no programa e acompanhar resultados.

Antes de essa parceria ter início, a captação de projetos de P&D era realizada pela própria concessionária. A Cemig publicava uma chamada interna e os empregados interessados em apresentar suas ideias encaminhavam as propostas para a Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas. “Foi assim até 2005, quando a Empresa percebeu a importância da participação da indústria, de forma a englobar toda a cadeia de inovação”, explica Jaelton Avelar Fernandino, gerente de Gestão Tecnológica da Cemig. “Nesse momento, entendemos que seria necessário encontrar um parceiro para apoiar a gestão desses projetos”.

#### *Parceiro estratégico*

A instituição selecionada foi o Instituto Euvaldo Lodi (IEL-Minas), entidade estratégica da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg), que articula e integra os setores produtivos na geração de conhecimento e no fomento à inovação. Criado em 1969, ele está voltado para a promoção do desenvolvimento da indústria mediante a elaboração



Jaelton: parceria para envolver toda a cadeia de produção.

de soluções inovadoras em gestão nos âmbitos da iniciativa privada e do Poder Público, seja ele municipal, estadual ou federal.

Para fazer frente aos desafios tecnológicos do setor elétrico, envolvendo toda a cadeia produtiva, a Cemig procurou o IEL-Minas em busca de apoio para a execução do programa. Assim, o Instituto presta assessoria para a elaboração de propostas de projetos e estimula possíveis parcerias com outras empresas e instituições de ciência e tecnologia. Além disso, divulga informações sobre o processo por meio da Rede de Tecnologia de Minas Gerais (Retec-MG).

#### *Projetos*

O convite público para a seleção de projetos de P&D é feito pelo IEL-Minas por meio da página da instituição, que atua concomitantemente na captação de novos projetos. Essa parceria possibilita que se tome conhecimento das ofertas industriais.



Na etapa seguinte, o IEL-Minas encaminha as propostas de projetos para a Cemig, que as divide em 12 Fóruns Tecnológicos. Especialistas da concessionária avaliam cada um deles segundo critérios de originalidade, relação com o negócio, complexidade do projeto, maturidade científica do objeto de pesquisa no cenário mundial, capacitação da equipe e otimização de custos. Após essa fase, os projetos são validados tecnicamente, cabendo ao Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig avaliar a relação entre os aspectos técnicos e estratégicos das propostas, decidindo quais deles devem ser alvo de investimento.

### *Mudanças recentes*

A regulamentação do programa de P&D foi alterada em 2008 e começa a vigorar em 2009.

A principal mudança é que a Aneel não precisa mais aprovar previamente os projetos como era feito anteriormente. A nova regulamentação prevê que todos os projetos sejam auditados após sua conclusão, podendo ser reprovados ou aprovados parcial ou integralmente.

Outra mudança é que a Aneel passou a aceitar a inscrição de novos projetos em qualquer época do ano, ao contrário do passado, em que havia um limite de data. “Estamos nos estruturando para atender a essa regra”, lembra Jaelton. A Agência também expandiu a cadeia de inovação para o aceite de temas, incluindo as modalidades de lote pioneiro e a inserção no mercado entre as opções anteriores – pesquisa básica dirigida e aplicada, desenvolvimento experimental e cabeça de série. ●

## UNIVERCEMIG

### Porque sempre é tempo de aprender

Quem pensa numa universidade logo imagina um contingente de jovens estudantes que, carregando suas mochilas, entram no *campus* para sair de lá profissionais. Esse tempo costuma ficar na memória como um período de enriquecimento intelectual e técnico que prepara as pessoas para a vida.

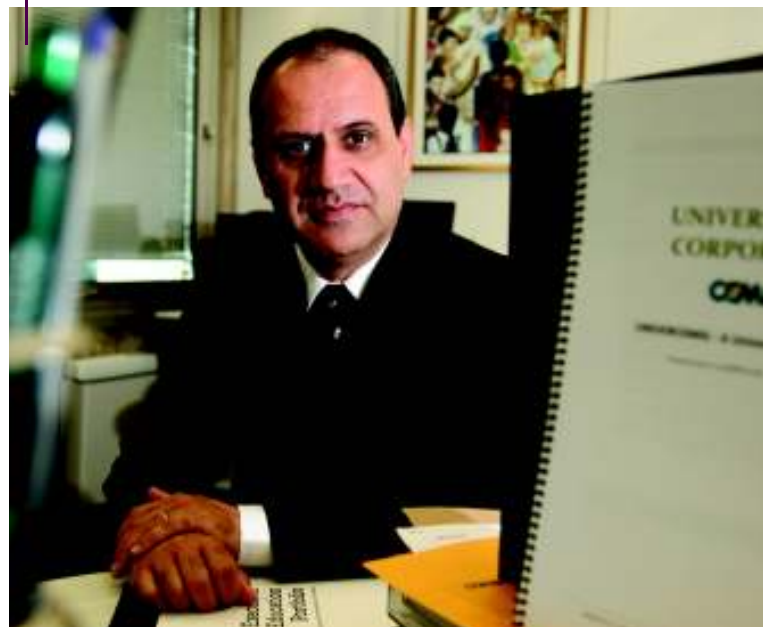
O que a gente, ainda jovem, não sabe é que muito da formação necessária ao desempenho de uma profissão depende do aprendizado que só pode ser vivido nas empresas e instituições. Sistematizar esse conhecimento nas organizações é um desafio diário e que há algum tempo vem sendo respondido com a criação de universidades corporativas.

Com a pedra fundamental lançada em dezembro de 2008, estruturação ao longo de 2009 e previsão de funcionamento para 2010, a Cemig também terá a sua, com foco em um programa de capacitação e desenvolvimento alinhado com as estratégias empresariais. A UniverCemig, a Universidade da Energia, terá como objetivo gerir o conhecimento da empresa, envolvendo as variadas áreas, tais como pesquisa e desenvolvimento, gestão de competências e programas de educação. Ela estará voltada para todos os públicos de interesse da Cemig – empregados, fornecedores, clientes e acionistas – e vai reunir metodologias hoje existentes na empresa que serão maximizadas, resultando em um salto qualitativo nas competências de cada um.

### *Conhecimento reunido*

No final deste ano, as estruturas metodológica e de pessoal da UniverCemig estarão concluídas. O *campus* será montado na Escola de Sete Lagoas, que existe há mais de 40 anos e já oferece cursos técnicos

*Ricardo: benchmarking e consultoria para gerir conhecimento.*



para eletricitistas, operadores, técnicos e engenheiros. Mas a escola passará por algumas adequações, bem como a montagem de novos laboratórios e reforma em sua estrutura física e tecnológica. A finalidade é criar um espaço propício para a concentração nos estudos e no autodesenvolvimento. Em Belo Horizonte, será criado um espaço menor para cursos gerenciais e administrativos.

“Nosso investimento em treinamento é alto, e o resultado é que temos grande conhecimento acumulado, porém ele está disperso na empresa”, explica Ricardo Luiz Diniz Gomes, superintendente de Recursos Humanos da Cemig. “Por isso, para montar a universidade corporativa, atuamos em duas linhas: *benchmarking* nas empresas com excelência nessa área e apoio de uma consultoria que fez o diagnóstico da nossa gestão do conhecimento e o planejamento da universidade”, explica.

A universidade corporativa não propicia formação livre, ou seja, ela está e sempre estará voltada para a formação de competências e habilidades vinculadas à cadeia de valor da organização. Reunir o conhecimento interno no mesmo espaço significa incluir o “pensar” e o “planejar” de maneira mais sistemática na formação das pessoas. Dessa forma, por exemplo, o conhecimento de engenharia elétrica hoje disponível na Cemig poderá ser disponibilizado para seus públicos de interesse.

*Escola de Sete Lagoas: futuro campus da UniverCemig.*

## Escolas

---

A Cemig disponibilizou seis pessoas para atuar na implantação do projeto juntamente com os consultores da Mididática Consultoria, empresa parceira para a implantação da UniverCemig. Os cursos a serem ofertados serão divididos em três escolas, com níveis distintos de formação. A primeira é a escola básica, que vai atuar, por exemplo, com módulos de responsabilidade corporativa, ética e valores que reforcem a cultura da empresa. Para isso, serão buscados profissionais externos que apoiem a realização dos cursos.

A segunda é a escola técnica, cuja base é a atual Escola de Sete Lagoas e que tem experiência comprovada no assunto. “Vamos alinhar os cursos com os requisitos de cada cargo e com a estratégia empresarial da Cemig”, lembra Ricardo Diniz. “É como criar uma trilha de conhecimento que o empregado deve seguir para evoluir junto com a empresa”. Os cursos técnicos abrangem de operadores a engenheiros e serão ministrados por gente da casa, incluindo instrutores que podem ser aposentados pela Cemig. “Isso vai depender da demanda, pois as parcerias deverão ser sempre consideradas”, diz o superintendente.

A terceira escola é a de negócios, cuja finalidade é a capacitação gerencial voltada para gerentes e





superintendentes da Cemig, além do treinamento dos profissionais das áreas de suporte estratégico da empresa. O foco é a formação de líderes com atuação integral e de técnicos e profissionais de nível superior preparados para suportar, em diversas áreas do conhecimento, a estratégia da empresa. Nessa escola, a parceria com outras instituições de ensino será fundamental.

## Evolução

A UniverCemig também poderá ser um centro de lucro para a empresa, especialmente se considerados os cursos técnicos que poderão ser oferecidos para outras organizações interessadas nesses treinamentos. Geralmente, eles têm entre 40 e 80 horas/aula e

são divididos em módulos, facilitando, assim, a participação das pessoas. Outro aspecto relevante é que a UniverCemig atuará na modalidade de ensino a distância (EAD), por meio de um Núcleo de Tecnologias do Conhecimento que gerenciará as novas tecnologias da informação. O EAD evita custos de deslocamento e economiza tempo, pois o empregado pode estudar em seu ambiente de trabalho ou em casa, conforme preferir.

“Queremos, sobretudo, que essa marca tenha valor”, garante Ricardo Diniz. “Na escola de negócios, por exemplo, estamos estudando acordos com instituições de reconhecida competência, que já foram nossas parceiras em outros momentos. O importante é que o ensino seja de qualidade e que as pessoas encontrem, por meio da UniverCemig, o desejo e a realização de evoluir”. ●

## Vantagens para a empresa e para o empregado

O que é um eixo temático no mundo institucional? “A reunião do conhecimento disponível (interno ou externo à organização) em categorias relacionadas aos distintos aspectos do principal negócio da empresa, no caso da Cemig, a energia.” A definição é do professor José Renato Caldeira de Souza, bacharel em Psicologia pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre em Mídia e Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina e professor universitário nas áreas de recursos humanos e comportamento organizacional. Ele é consultor da Mididática, parceira escolhida pela Cemig para a implantação da sua universidade corporativa, com ampla experiência em consultoria de Educação Corporativa e Tecnologia Educacional.

A organização dos eixos temáticos da UniverCemig é o que dará forma à atuação das escolas. Eles serão baseados nas características próprias das empresas da Cemig, nas competências essenciais, técnicas e de liderança relacionadas à estratégia organizacional e nas necessidades de desenvolvimento existentes.

Segundo José Renato, o público da UniverCemig é composto pelas pessoas que possuem competências a desenvolver e desejam crescer em suas carreiras. “Todos os cursos ofertados devem ser vinculados a essas competências, sejam elas essenciais, técnicas ou de liderança”, afirma o consultor. Para ele, as competências essenciais têm caráter geral e fundamental, podendo abranger eixos como empreendedorismo, energia e dinamismo, foco em resultados, qualidade do trabalho, segurança como valor, relações interpessoais ou desenvolvimento profissional.

As competências técnicas estão relacionadas com a atuação das pessoas em seus cargos ou funções. Elas são absolutamente necessárias, a exemplo da capacidade de atender bem. As competências de liderança mantêm foco nas carreiras gerenciais. Alguns exemplos? Gestão de resultados, orientação estratégica, orientação para o cliente, dentre outras.

Ao receber a oferta para participar, o empregado é informado sobre a importância de investir em determinadas competências em seu programa de desenvolvimento individual. “Com isso, ele ganha condições para crescer na empresa pelo seu próprio desempenho”, lembra José Renato. “Os benefícios da universidade corporativa incluem a ampliação da competitividade da empresa mediante o aumento da eficiência dos programas de desenvolvimento, a ampliação do processo do compartilhamento e do trabalho colaborativo, a construção de programas de formação que realmente contribuam para o crescimento dos indivíduos e a atração e a retenção de talentos pela valorização destes, que se tornam cada vez mais geradores e multiplicadores do maior valor organizacional – o conhecimento”, diz o professor. “Um dos grandes desafios da UniverCemig é tornar-se um centro de desenvolvimento de educadores organizacionais, indivíduos que percebem sua importância como público-alvo do processo de desenvolvimento, mas que também saibam do seu papel como multiplicadores do conhecimento construído.”

# CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE CONHECIMENTO EM GESTÃO (CDCG)

## Pensar com estratégia

Pode ser na produção ou na administração, no gerenciamento de pessoas ou na consolidação da imagem institucional. A demanda das organizações por soluções consistentes e dinâmicas que orientem suas decisões estratégicas é crescente, especialmente quando elas atuam nacional e globalmente, o que requer planejamento, execução e controle. No setor elétrico, essa busca de eficiência é realidade.

O desafio das concessionárias de energia é controlar os fatores inerentes ao seu negócio: utilização eficiente de suprimentos, geração, transmissão e distribuição de energia, recursos humanos, transporte, manutenção e sustentabilidade. Muitas vezes, perdas e prejuízos estão mais relacionados ao gerenciamento e à tomada de decisão do que à ineficiência tecnológica.

Para aprimorar seus processos operacionais, a Cemig está investindo na formação de lideranças mediante parceria com o Núcleo de Estratégia e Gestão Empresarial, da Fundação Dom Cabral (FDC). A ideia surgiu do interesse da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas e da Diretoria de Gestão Empresarial (DGE) em investir no desenvolvimento de metodologias nas áreas de governança e sustentabilidade, adequadas à realidade da Cemig.

A parceria prevê a transferência de recursos de R\$ 1,5 milhão ao longo de cinco anos, com a contrapartida de R\$ 3,4 milhões de investimentos por parte da FDC. Firmado em outubro de 2007, o acordo tem por objetivo implementar ações para gerar conhecimentos e práticas em gestão empresarial, formulação, controle da execução de estratégias corporativas e de negócios. Outro ponto contemplado é o desenvolvimento de abordagens teórico-metodológicas que estabeleçam conceitos, técnicas e modos de intervenção específicos para auxiliar a empresa em seus processos.

### *No centro do conhecimento*

Considerado um centro de referência mundial, a FDC vem atuando na formação de executivos e empresários e no desenvolvimento de empresas ao longo dos últimos 30 anos. Seus principais focos são desenvolver soluções educacionais integradas à realidade das organizações e capacitar equipes para interagir crítica e estrategicamente nas empresas.



*Aldemir: estratégia é o principal gargalo das empresas.*

Desde 2002, a Fundação tem investido em pesquisas para produzir seu próprio conhecimento. Para isso, foram criados vários núcleos de desenvolvimento, nos quais são elaborados projetos de gestão corporativa. O passo seguinte foi idealizar um centro de excelência que congregasse esses núcleos para gerar teorias compatíveis com a realidade brasileira. Nascia o Centro de Desenvolvimento de Conhecimento em Gestão (CDCG), com a parceria da Cemig na construção do edifício do Centro e também com recursos destinados ao Núcleo de Estratégia e Gestão Empresarial.

O Centro é composto, também, pelos núcleos de Liderança, Sustentabilidade, Governança, Logística, Inovação, Empreendedorismo, Negócios Internacionais e *Marketing Business to Business*. Todos recebem recursos da iniciativa privada e oferecem, em troca, um espaço de pesquisa para inovações corporativas.



## Projeto-piloto

O primeiro projeto, realizado em 2008, inaugurou a parceria com a Cemig e avaliou as estratégias de gestão das superintendências de Suprimento de Material e Serviços e também de Logística e Infraestrutura. Segundo o professor Aldemir Drummond, coordenador do Núcleo de Estratégia e Gestão Empresarial, a área de Implementação de Estratégias é considerada o principal gargalo das empresas de grande porte. “Posso ter um bom planejamento, mas, quando vou aferir o que foi executado, está sempre aquém do planejado. Essa foi uma decisão conjunta do superintendente de Controle e Gestão Empresarial da Cemig, Lauro Sérgio Vasconcelos David, e dos pesquisadores”, explica o coordenador. “Avaliamos os setores da DGE que apresentaram significativa demanda estratégica e aplicamos uma metodologia qualitativa, composta por entrevistas com os funcionários para apurar o mapa da situação”, conta o professor. “Era preciso identificar as dificuldades na estratégia de suprimentos, pois boa parte dos recursos da Cemig está em seus estoques, e esses materiais precisam ser entregues no tempo e no local determinados”.

*Centro Alfa, no campus da FDC: biblioteca e informações precisas.*



*Maquete do CDCG: novo espaço de pesquisa para inovações corporativas.*

Os resultados da pesquisa foram apresentados no *workshop Desafios de Implementação Estratégica*, que reuniu 40 profissionais dos setores envolvidos, da DGE e da Diretoria de Distribuição e Comercialização, para discutir as dificuldades encontradas. “O processo



incluiu um debate para analisar esses pontos, e os próprios participantes do *workshop* elaboraram recomendações para lidar com eles”, lembra Aldemir. No início de 2009, a Cemig recebeu um relatório conclusivo do trabalho.

As pesquisas do Núcleo geraram quatro dissertações de mestrado e artigos no *European Group for Organizational Studies* (Egos); na Revista

DOM, da Fundação Dom Cabral; e no congresso da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (Anpad). “Trata-se de uma parceria que nos permitirá acompanhar o processo organizacional da Cemig, refletir sobre sua transformação, apontar dificuldades e novas alternativas. A gestão não é um processo pontual, mas está inserida no tempo e precisa dele para alcançar resultados”. ●

## Eficiência operacional

Para a Cemig, gestão estratégica é uma forma eficiente de decidir. Ao alinhar planejamento econômico-financeiro a governança, sustentabilidade, ecoeficiência e responsabilidade social, a empresa consolida vantagens competitivas e imagem institucional.

O convênio com o Núcleo de Estratégias em Gestão Empresarial da FDC foi um grande passo na política de investimentos da concessionária no assunto “gestão”. “Nas práticas do BSC e do *Risk Management*, dentre outras ferramentas, a Cemig monitora o desempenho das áreas em termos de indicadores estratégicos e de processos, assim como assegura o cumprimento dos contratos e metas assinados por seus gerentes”, explica Lauro Sérgio Vasconcelos David, superintendente de Controle e Gestão Empresarial e representante do Comitê Gestor na parceria com a Fundação Dom Cabral.

Segundo Lauro, o projeto piloto realizado pelo Núcleo gerou resultados positivos para a empresa. “Ganhamos em eficiência operacional nos processos-chave, com impacto estratégico para as áreas de negócio, uma vez que o trabalho agregou ganhos de escala e valor aos processos finais, maximizando a lucratividade da Cemig”.





# **NOVAS FONTES ENERGÉTICAS**

# NÚCLEO DE EXCELÊNCIA EM GERAÇÃO TERMELÉTRICA E DISTRIBUÍDA (NEST)

## Desenvolvendo ferramentas para o uso alternativo de energia

A Cemig iniciou, em 2000, um programa de investimentos tecnológicos nas universidades, a partir da regulamentação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro. A Lei Federal nº 9.991, de junho de 2000, determinou que todas as concessionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica deveriam aplicar, anualmente, parte de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento em energia elétrica e eficiência energética.

Entretanto, desde a década de 1980 a Cemig investia em projetos nas áreas climatológica, meteorológica, de eficiência energética, meio ambiente, geração e distribuição de energia e novas alternativas energéticas. Em 1998, um grupo da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) buscava parceiros e recursos para a montagem do primeiro laboratório especializado em energias renováveis, como biomassa e biocombustíveis, em Minas Gerais. Pronto. Depois de um encontro entre os professores Electo Eduardo Silva Lora e Marco Antônio Rosa do

*Electo: pesquisa voltada para geração distribuída.*



Nascimento com o então superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas da Cemig, José Henrique Diniz, surgiu a proposta de desenvolver pesquisas relacionadas às tecnologias de geração distribuída.

Surgia o projeto *Avaliação Experimental de Sistemas de Ciclo Combinado com Células a Combustível, Microturbinas a Gás e Motores Stirling para Geração de Eletricidade (P&D001)*, que marcou o início do programa de Pesquisa & Desenvolvimento Cemig-Aneel. O objetivo era analisar as tecnologias internacionais sobre motores Stirling, microturbinas e células, diminuindo o distanciamento tecnológico do Brasil no setor, além da perspectiva de desenvolver um protótipo brasileiro para gerar energia de biomassa. A parceria resultou em vários projetos com a Unifei que permitiram aplicar os recursos necessários para a montagem dos atuais laboratórios do Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (NEST).

### Produtos

Conhecer as tecnologias existentes no continente europeu e nos Estados Unidos permitiu aos pesquisadores do NEST estruturar projetos voltados para geração distribuída. O projeto *Sistema de Geração de Energia com Motor Stirling (P&D123)*, proposto pela Cemig, consistiu no desenvolvimento, na fabricação e no teste de três protótipos do motor, que pode representar uma alternativa energética eficaz para atender às regiões isoladas do País.

Segundo o professor Electo Eduardo, coordenador do Núcleo, o motor Stirling tem potencial para gerar energia distribuída, especialmente em regiões tropicais, pois é versátil em relação aos combustíveis. “Esse motor pode aproveitar a radiação solar incidente ou a biomassa, gerando, por meio de combustão externa, a energia elétrica. A capacidade pode chegar a 10 kW, suficiente para abastecer várias casas isoladas”, ressalta o professor.

Entre as vantagens da tecnologia estão o funcionamento contínuo e estável; a utilização descentralizada, que elimina custos de consumo e de transporte dos combustíveis fósseis; a vida útil elevada; e o baixo nível de ruído. O motor Stirling pode aproveitar a grande quantidade de resíduos agrícolas e industriais excedentes no Brasil e convertê-los em eletricidade, com menor impacto ambiental. Mas ainda existem barreiras para a fabricação do motor em escala industrial, e uma delas é o



custo das peças, algumas com valor elevado. “Não podemos fabricar um motor cuja função é atender a comunidades isoladas e, na maioria das vezes, pobres, utilizando peças de motocicletas de luxo, embora seja importante que essa tecnologia seja difundida”, justifica Electo. “Nesse momento, pretende-se desenvolver um motor Stirling com base em energia solar e um ciclo a vapor pequeno, de 300 a 400 kW, também em parceria com a Cemig”.

## Resultados

Como parte do processo de formação de novos pesquisadores, o NEST usou um sistema de gestão particular, no qual os alunos de doutorado e mestrado são responsáveis pelo acompanhamento dos projetos do Centro. “O aluno acompanha os experimentos, coleta dados e produz relatórios, como se fosse um gerente executivo, mas sempre sob nossa orientação”, explica Electo. Nas atividades de extensão, já foram ministrados mais de 100 cursos para cerca de 1.700 alunos. A equipe, composta de 25 pesquisadores, foi responsável pela orientação de 33 dissertações de mestrado, 7 teses de doutorado e 3 de pós-doutorado.

Além disso, foram publicados 27 artigos em revistas internacionais e em 9 livros, com destaque para a

*NEST: resultado de parceria em vários projetos.*



*Microturbina a gás no laboratório da Unifei.*

obra *Biocombustíveis*, atualmente em preparação para publicação pela Editora Interciência e que conta com o apoio da Cemig. A obra é coordenada pelos professores Electo Eduardo Silva Lora e Osvaldo José Venturini e apresenta as principais conquistas tecnológicas para a conversão da biomassa em energia e biocombustíveis, para a cogeração com base em resíduos e para estudos de sustentabilidade. ●



## Excelência e reconhecimento

Estabelecer parcerias tecnológicas é estratégico para o desenvolvimento e a competitividade das organizações. No caso da Cemig, esse é um princípio empresarial que visa estimular e apoiar a criação de grupos de pesquisa nas universidades com o objetivo de desenvolver a excelência na área de atuação da concessionária.

“Os centros de excelência devem atuar de forma sistêmica, envolvendo a Cemig e as demais empresas, as universidades, os fornecedores, os clientes e a comunidade”, explica o engenheiro André Martins Carvalho, gerente de Alternativas Energéticas da Cemig. “Além disso, eles não devem ser meros consultores, mas constituir espaços tecnológicos estruturados, capazes de suprir demandas e viabilizar a formação, a fixação e o domínio tecnológico dos participantes”.

Para André, a expectativa com o NEST é que as competências na área térmica e de geração distribuída sejam fixadas ou desenvolvidas, alcançando a excelência e o reconhecimento nacional e, possivelmente, internacional. “Isso vai contribuir para a melhor utilização das alternativas energéticas e do meio ambiente”, afirma o engenheiro.

## LABORATÓRIO DE MATERIAIS E PILHAS A COMBUSTÍVEL (LAMPAC)

### Energia com sustentabilidade

Baixa emissão de poluentes, impacto ambiental reduzido, alternativas energéticas mais eficientes. Chegar a esses objetivos, tão necessários para um planeta melhor, exige conhecimento e pesquisa. Essas estratégias estão alinhadas com a visão da Cemig, que pensa o setor elétrico do ponto de vista sustentável. Daí o surgimento de um trabalho pioneiro: a célula ou pilha a combustível de óxido sólido (PaCOS), que representa nova opção de suprimento descentralizado em energia elétrica. Para desenvolvê-la em solo brasileiro, a Cemig contou com o apoio do Grupo de Materiais, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), um núcleo que estuda as pilhas a combustível desde a descoberta dessa tecnologia no mundo.

O Brasil vivia uma crise energética no biênio 2001-2002, quando o Ministério da Ciência e Tecnologia convidou especialistas para definir as competências do País em alternativas energéticas. O resultado apontava as principais universidades brasileiras detentoras de conhecimento de ponta nesse assunto. Um dos destaques foi o Grupo de Materiais, coordenado pela professora Rosana Zacarias Domingues. “Nosso grupo desenvolvia estudos sobre o tema há 15 anos”, conta Rosana.



*Rosana: desafio de uma pilha em escala industrial.*





LaMPaC: um dos mais completos do País em pilhas a combustível.

## Primeiros passos

---

Após aquele encontro, a Cemig e a UFMG se tornaram parceiras para transformar o Grupo de Materiais em um centro de excelência no desenvolvimento de pilhas a combustível de óxido sólido. Nascia, ali, o Laboratório de Materiais e Pilhas a Combustível (LaMPaC) e o P&D 097. “Não estávamos habituados a ver a pilha como um todo. Se antes recebíamos R\$ 100 mil dos órgãos financiadores, o que nos permitia desenvolver materiais na escala de microgramas, agora iríamos trabalhar num projeto com recursos bem maiores. Precisávamos de uma estrutura melhor e de resultados mais significativos”, explica a professora.

O projeto de P&D, iniciado em junho de 2004, previa a aplicação de R\$ 2 milhões para a UFMG, que deveriam ser usados na construção e aparelhamento do LaMPaC e na produção do primeiro protótipo da célula a combustível de óxido sólido no Brasil. Hoje, o edifício de 200 m<sup>2</sup>, localizado no *campus* da Universidade, é considerado um dos mais completos

do País quando o assunto é pilha a combustível. São equipamentos de última geração usados na deposição dos filmes cerâmicos, como a impressora serigráfica (responsável pela decomposição do catodo), o *tape caster* (utilizado para moldagem em fitas do material cerâmico), o reômetro (usado na caracterização das suspensões), o medidor de tamanhos de partículas e o potencial zeta, além de estufas, moinhos, fornos e prensa isostática.

## Protótipos

---

Mas em que consiste a pilha de óxido sólido? Trata-se de um conversor de energia elétrica que opera em alta temperatura. Seu sistema é composto por placas sobrepostas de eletrodos (anodos e catodos que conduzem elétrons) e de eletrólitos (que conduzem íons), intercalados por interconectores de alta condutividade e por selantes. O combustível é o hidrogênio que, em geral, é extraído do gás natural e o ar é a fonte de oxigênio necessária à reação química do sistema. Do processo, obtém-se energia elétrica, calor e água.

A pilha a combustível de óxido sólido (PaCOS) permite processos de cogeração, ou seja, de produção de energia elétrica e térmica ao mesmo tempo. “Temos como desafio desenvolver um protótipo da pilha com 50 W”, explica Rosana. “O passo seguinte será construir um novo produto com potência mais elevada que, posteriormente, seja feito em escala industrial para atender às demandas energéticas de eletricidade, calor e frio”.

O LaMPaC já gerou três protótipos de potência inferior a 50 W, que serviram para testes iniciais cujos resultados foram detalhadamente caracterizados e entregues à Cemig. Além disso, o trabalho derivou em três teses de doutorado e quatro dissertações de mestrado relativas ao tema. Mas ainda existem várias questões pendentes, especialmente aquelas relacionadas à produção de materiais com qualidade compatível para uso na PaCOS. “A pilha opera em alta temperatura e em ambientes altamente oxidantes e redutores, ambos agressivos ao aço, material usado nos interconectores. Por isso, garantir a durabilidade e o funcionamento adequados desses componentes continua sendo um grande desafio tecnológico”, afirma a professora. ●

*Laboratório no LaMPaC: controle da caracterização elétrica de filmes cerâmicos.*



## Tecnologia nacional

A busca pela nacionalização da PaCOS revela que a Cemig está pronta para desenvolver alternativas energéticas limpas e contribuir para a formação de mão-de-obra especializada no País. “O desenvolvimento dessa pilha, que poderá ser utilizada para suprir energia em locais onde não pode haver interrupção de fornecimento, como hospitais e laboratórios, representará uma alternativa de redução de impactos ambientais”, explica a engenheira Érika Silveira Torres, integrante da equipe que desenvolveu o P&D 097.

Para ela, os principais desafios na construção do protótipo estão relacionados com os materiais de alto custo e que apresentam problemas estruturais. “Os testes preliminares mostraram vazamento de hidrogênio e de oxigênio, pois é difícil encontrar no mercado selantes com as características químicas adequadas à pilha a combustível”, lembra. “Por isso, a produção da PaCOS dependerá do avanço tecnológico na área de materiais, com vista a melhorar a eficiência da pilha e reduzir custos. A necessidade de padronização na fabricação das células unitárias e de maior infraestrutura também representa desafio para o desenvolvimento de pilhas a combustível no Brasil”, explica.

## NÚCLEO DE EXCELÊNCIA DE MATERIAIS SOLARES (NEMS)

### Tecnologia brasileira, matéria-prima mineira

Clima tropical é sinônimo de incidência de raios solares a maior parte do ano. Mas é também sinônimo de Brasil. E, hoje, todos sabem, sol significa produção real ou potencial de energia solar fotovoltaica, recurso estratégico para atender parte da demanda energética da sociedade. Mas as células fotovoltaicas ainda enfrentam alguns impedimentos para serem produzidas

no País. Dentre eles, a dependência de tecnologia, de matérias-primas e de equipamentos importados, o que também aumenta o custo final dos produtos.

Um bom exemplo dessa realidade é o silício. Embora as células solares possam ser fabricadas por diferentes materiais, ele responde por 90% dos



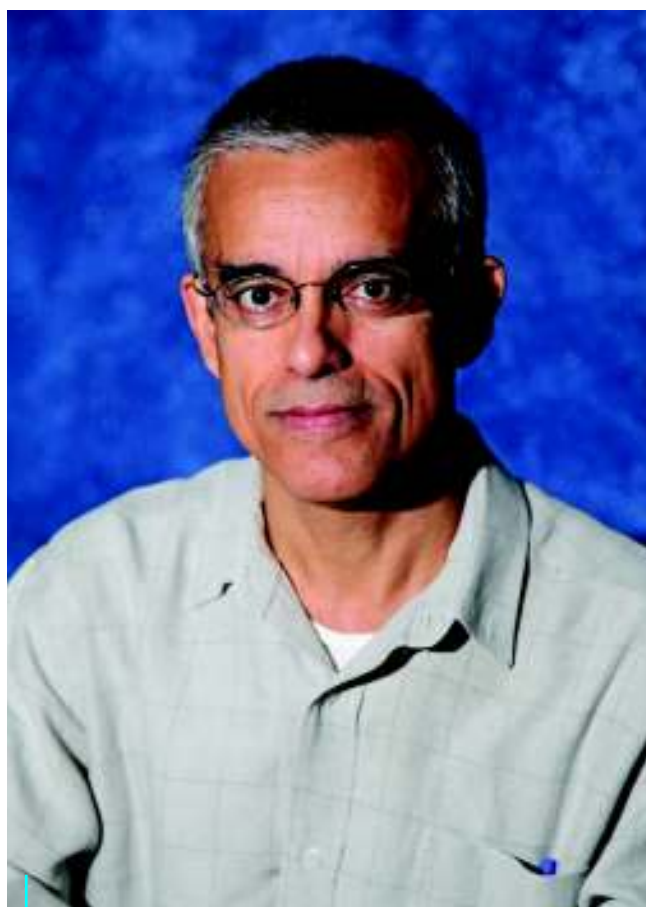
dispositivos fotovoltaicos fabricados no mundo. Para os especialistas, essa matéria-prima deve dominar o mercado por muito tempo e continuará concentrada em alguns países, como os Estados Unidos e o Japão, caso não haja investimento em pesquisa.

Para apoiar a nacionalização dessa tecnologia, a Cemig assinou, em 2003, um convênio de cooperação com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec) e criou o Núcleo de Excelência em Materiais Solares (NEMS). Por meio do aporte financeiro da concessionária, que investiu R\$ 3 milhões em equipamentos, o NEMS foi estruturado como um dos principais laboratórios do País capaz de caracterizar e montar células solares.

## Valor agregado

Tudo começou com o projeto *Desenvolvimento experimental de tecnologia para a produção de células solares de baixo custo* (P&D012), da Cemig, que consistiu em um conjunto de ações para realizar a purificação do silício em grau metalúrgico (com 1% de impureza) até o grau solar (com 0,001% de impureza), em escala de laboratório, e da construção de um dispositivo com os elementos principais para o funcionamento da célula fotovoltaica. “Conseguimos fechar o ciclo no NEMS e atingir esse estado de purificação utilizando o quartzo – composto de silício e oxigênio –, que é encontrado em grande quantidade em Minas Gerais. Além do avanço tecnológico, agregamos valor a esse material”, explica José Roberto Tavares Branco, coordenador do NEMS. “Hoje, com o quartzo a menos de R\$ 0,07 o quilo, se produz um silício que vale até R\$ 3,50 o quilo. Ao fazermos a purificação, o silício passa a valer R\$ 100,00 o

*NEMS: conhecimento para desenvolver equipamentos de ponta.*



*José Roberto: commodities como produto estratégico.*

quilo. Transformamos *commodities* de baixo valor em um produto estratégico, que agregará energia limpa, emprego e renda”, afirma o professor.

Como desdobramento da primeira pesquisa, o NEMS iniciou o projeto *Processamento de silício para a fabricação de células solares de baixo custo* (P&D127), também em parceria com a Cemig, para o desenvolvimento de silício solar em uma planta piloto que deverá produzir célula solar da inovadora tecnologia *Heterojunction intrinsic technology* (HIT).

## Resultados

Alguns resultados do NEMS incluem o controle das variáveis de montagem dos dispositivos fotovoltaicos, em escala de laboratório, redução do distanciamento tecnológico brasileiro na área de energias renováveis e de eficiência energética, além da apropriação do conhecimento e do domínio de técnicas para desenvolver equipamentos de ponta. Entretanto, existem outros – a formação e a capacitação de recursos humanos, por exemplo.

Ao todo, foram 8 projetos de pós-doutorado, 2 teses de doutorado, 12 dissertações de mestrado, mais de 20 alunos de especialização e 60 de graduação, formados nos laboratórios do NEMS. “Aqui passaram quatro gestores para as áreas de administração e engenharia, que realizaram pesquisas em gerenciamento técnico”, lembra José Roberto. “Com a instituição do nosso escritório de gerenciamento de projetos, esses profissionais assumiram posições de líderes nas equipes”.

### *Uma janela especial*

Em 2005, o NEMS iniciou, também em conjunto com a Cemig, o projeto *Abordagem Integrada de Eficiência Energética*, com enfoque nas estratégias de eficiência para edificações. Abriu-se uma janela, e ela era inteligente. Trata-se de um mecanismo composto de filmes de óxidos, tais como titânio, nióbio ou

tungstênio, capazes de mudar a cor do vidro com estímulos elétricos. A janela aceita uma programação-padrão, que responde a estímulos como temperatura e luminosidade, assegurando conforto ao ambiente. “Num dia nublado, por exemplo, podemos programar a janela para a entrada de mais luz e calor; num dia frio, para os raios infravermelhos. Dessa forma, a janela reduz a necessidade de iluminação artificial e refrigeração, e isso tem um impacto muito grande nas edificações”, ressalta o professor.

O NEMS foi o primeiro centro de pesquisa a desenvolver a tecnologia das janelas inteligentes no Brasil com base em processos físicos. “Estamos iniciando outro projeto para produzir um protótipo da janela. No primeiro, trabalhamos com área de 1 cm<sup>2</sup>. Agora, vamos trabalhar com áreas de até 100 cm<sup>2</sup>, extensão significativa nesse tipo de tecnologia”, conclui o coordenador. ●

*Laboratório: trabalho para produzir óxidos transparentes e condutores.*





## Em busca da patente

A Cemig é parceira do NEMS desde a sua fundação, por meio da execução de projetos e integra seu Conselho Gestor, conforme as diretrizes do Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da Cemig. “O NEMS pratica gerenciamento compartilhado entre o Cetec e a Cemig para analisar, em conjunto, seus assuntos e decisões. Esse suporte matricial, distribuído em células de competência, permitiu ao Núcleo avançar nos estudos sobre as células fotovoltaicas”, explica a engenheira Antônia Sônia Cardoso Diniz, coordenadora da área de Fontes Alternativas e Gestão de P&D da Superintendência de Engenharia da Distribuição da Cemig.

Os resultados incluem a implantação da unidade pré-industrial de silício grau solar, a partir do silício grau metalúrgico, agregando valor ao produto exportado pelo Estado; a consolidação da unidade pré-industrial de módulos fotovoltaicos a partir da célula solar com a tecnologia HIT (*Heterojunction intrinsic technology*); e o desenvolvimento de tecnologia nacional a ser utilizada pela empresa em eletrificação rural, proteção catódica e sinalização.

Segundo a engenheira, o processo de purificação do silício grau metalúrgico para grau solar é, normalmente, identificado como a rota desenvolvida pela Siemens com triclorosilano. Mesmo a tecnologia sendo de domínio público, as informações são escassas. “Apenas cinco empresas dominam 90% do mercado mundial. Não sabemos, portanto, se iremos conseguir a patente de obtenção do silício grau solar. Mas o trabalho do NEMS tem sido fundamental para avançarmos nessa direção”, conclui.

## GREEN SOLAR

### Referência em energia renovável

Prestes a completar 112 anos, Belo Horizonte não é a mesma. Mais prédios, muitos carros, menos jardins. E mais um título, somado ao de ser campeã do turismo de negócios. Ela também é considerada a capital brasileira de energia solar. São mais de 2 mil prédios que utilizam coletores de energia – tecnologia mais difundida entre as iniciativas da arquitetura sustentável, que reduz impactos na construção civil. Parte desse resultado está no trabalho da Cemig, que investe desde 1984 em programas de energia solar.

Os investimentos da empresa alavancaram um dos mais importantes centros de excelência na área: o Grupo de Estudos em Energia Solar ou Green Solar, da PUC Minas. Fundado em 1997, ele mantém um prédio-laboratório, projetado de acordo com os princípios da arquitetura bioclimática, com equipamentos de última geração para pesquisas em energia solar. Sua equipe de pesquisadores tem 8 professores doutores, 7 técnicos e cerca de 30 alunos de diversas áreas do conhecimento. A estrutura, adquirida em grande parte com a parceria da Cemig, fez do Green Solar uma referência no Brasil.

#### Atuação

O Green Solar é o único laboratório brasileiro que faz ensaios de coletores solares para o Instituto

Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). Segundo Elizabeth Marques Pereira, coordenadora do Green, a tecnologia para a verificação dos coletores foi implantada em Minas Gerais em 1984, em parceria com a Cemig, quando a professora ainda trabalhava na UFMG. Em 1997, o Inmetro iniciou o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares, que cresceu significativamente a partir de 2004, por meio da parceria entre o Green Solar, a Eletrobrás e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). “O laboratório instalou o primeiro simulador solar para ensaios internos da América Latina, sendo que à época havia somente seis equipamentos similares no mundo. Hoje são oito”, explica.

O objetivo com o projeto era desenvolver tecnologias nas áreas de Arquitetura Bioclimática e Habitação Solar Sustentável, para aprimorar os testes dos coletores solares ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (Inmetro/Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel) e aos painéis fotovoltaicos. “Essa prestação de serviços gera reconhecimento e recursos, permitindo ao Green manter a instrumentação calibrada, além de uma equipe de qualidade”, afirma Elizabeth.

## Benefício social

A energia solar é uma das alternativas para o aquecimento da água em residências. Consiste de energia limpa, renovável e que pode ser democraticamente distribuída no território brasileiro. Mas as classes de baixa renda encontravam barreiras para acessar essa alternativa energética. A fim de transformar essa realidade, o Green desenvolveu um projeto inovador na comunidade de Sapucaias/Contagem, que contou com o financiamento da Eletrobrás e o apoio logístico da Cemig. A iniciativa envolveu a instalação de 100 aquecedores solares em residências unifamiliares, monitorados ao longo de seis anos. Os resultados evidenciaram a viabilidade do aquecimento solar para essa comunidade, pois a economia média de energia gerada durante um ano foi de 28,5%, reduzindo o valor final pago em 40%, quando considerado o valor da conta em reais.

O projeto, no entanto, apresentou dificuldades de inserção da tecnologia nas casas individuais, dadas as limitações construtivas e de custos. “Constatou-se, ainda, a comercialização por parte de alguns moradores, de cerca de 30% dos sistemas portáteis utilizados”, conta Elizabeth. O Green Solar e a Cemig desenvolveram, então, o P&D183, um projeto inovador que usa o “aquecimento distrital”, ou seja, uma tecnologia que centraliza o sistema de coleta de calor e a distribuição de água quente, impedindo a venda dos coletores pelas famílias. O Green já domina essa tecnologia, mas precisa desenvolver modelos sustentáveis para aplicá-la em comunidades carentes do País.

## Luz natural

Outro projeto importante para o Green Solar foi o P&D128, que pesquisou a disponibilidade

*Estação de Iluminância, instalada na PUC Minas.*



*Elizabeth: o Green Solar é referência no Brasil.*

de luz natural em Belo Horizonte como base para programar a iluminação pública artificial noturna. O trabalho surgiu para resolver um impasse. Por lei, o tempo determinado para o consumo de energia nas vias públicas é de 12 horas, mas algumas prefeituras questionaram esse número, em razão da grande incidência de insolação no Brasil.

A Cemig e a Prefeitura de Belo Horizonte escolheram o Green Solar para fazer as medições. “Na época, construímos a primeira estação de medição de iluminância pública da América Latina”, explica Elizabeth. A pesquisa foi realizada em dois anos (2005-2007), numa parceria com a Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Os pesquisadores acompanharam sistematicamente o nível de iluminância em cinco pontos de Belo Horizonte, considerando o adensamento urbano, o relevo, a arborização, a poluição e as estações do ano.

O resultado final ainda não foi divulgado, mas o estudo permitiu desenvolver um *software* aplicável a qualquer região do País. Desse modo, todo município



pode calcular o número real de horas utilizadas para o faturamento da iluminação pública, considerando fatores como latitude, longitude e características específicas de sua localidade.

Para Elizabeth, esse projeto gerou resultados riquíssimos. Ela conta que, quando os pesquisadores

estudaram a influência das cores das edificações no nível de iluminância, foi necessário colocar plásticos de diversas cores nos pontos de medição. “Minha avó já dizia que nessa hora todos os gatos são pardos. Era um ditado popular cheio de sabedoria. Realmente, na hora do nascente e do poente, não há distinção de cores. Portanto, nesse horário, todos os gatos são pardos mesmo”, brinca. ●

*Green Solar: único laboratório brasileiro que faz ensaios de coletores solares para o Inmetro.*



## Público consciente

Apoiar centros de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico é uma marca da Cemig. Porém, mais do que adquirir novos produtos, ela busca construir uma rede eficiente que reúna o conhecimento científico e o setor empresarial. No caso do Green Solar, além do ganho institucional e do domínio em diversas áreas de eficiência energética e energia solar, a Cemig encontrou um parceiro para montar uma rede de capacitação que envolve estudantes de graduação, pós-graduação e profissionais.

Desde a assinatura do primeiro projeto, o Green desenvolve atividades de pesquisa, ensino e extensão, contemplando cursos de treinamento e de capacitação para estudantes, universitários e profissionais. “O Green tem contribuído para formar opinião pública conscientizada sobre a questão energética, bem como pesquisadores capacitados a orientar sobre a abordagem integrada das energias renováveis e da eficiência energética”, argumenta a engenheira Antônia Sônia Cardoso Diniz, coordenadora da área de Fontes Alternativas e Gestão de P&D da Superintendência de Engenharia da Distribuição da Cemig.

# CENTRO DE PESQUISA EM ENERGIA INTELIGENTE (CPEI)

Eficiência energética é sinônimo de pesquisa



Patrícia: pensando a eficiência energética.

Dizem que o prédio é todo eficiente. As janelas e portas estão dispostas estrategicamente, evitando o uso de condicionadores de ar e de lâmpadas durante o dia. A ventilação é cruzada, pois as aberturas e as esquadrias formam um sistema que capta os ventos externos, redirecionando-os para dentro. Parte da demanda energética é suprida por um sistema de energia solar fotovoltaico.

O prédio sede do Centro de Pesquisa em Energia Inteligente (CPEI), que pertence ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG), foi uma das primeiras edificações de Minas Gerais construída integralmente de acordo com as diretrizes da arquitetura bioclimática. O CPEI, idealizado pela parceria Cefet-MG e Cemig para compor a Rede de Eficiência Energética, desenvolve, desde 2002, projetos para uso racional de energia e ensina à sociedade quais as melhores formas de utilizá-la.

## Integração de sistemas

A energia solar fotovoltaica é considerada, hoje, um dos principais recursos estratégicos quando o assunto é geração com baixo impacto ambiental. No entanto, ainda existem entraves para a ampla utilização dessa alternativa energética, como a baixa eficiência das células fotovoltaicas e a dificuldade de integrá-las à rede elétrica de distribuição.

O projeto *Avaliação experimental de um sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica interligado à rede elétrica*, em parceria com a Cemig, surgiu para analisar os efeitos e impactos da geração fotovoltaica na rede de distribuição elétrica. Coube aos pesquisadores do CPEI avaliar características que impactam o sistema, tais como o aumento e a redução de incidência solar em Minas e as diferenças de tensão entre os sistemas existentes.

Um bom exemplo é o sistema fotovoltaico, em que a corrente é contínua e unidirecional, sofrendo modificações com a variação solar, enquanto na rede elétrica a corrente é alternada e sua variação é senoidal. “Nossa preocupação é essa conexão, pois, ao ligarmos sistemas isolados de geração fotovoltaica aos sistemas de distribuição, há geração de ruídos que afetam os equipamentos próximos”, explica Patrícia Romeiro da Silva Jota, professora e coordenadora do CPEI. “O investimento inicial é alto, mas precisamos avaliar o sistema fotovoltaico sob a perspectiva da sazonalidade, ou seja, é preciso coletar dados durante pelo menos três anos para saber qual a capacidade de geração e os efeitos na rede. Um desafio na área da engenharia elétrica está na eficiência dos inversores, que precisam fazer a transformação com a menor perda possível”.

## Escuta e medição

Pensar a eficiência energética exige trabalho interdisciplinar e estratégia de comunicação entre os diversos campos do conhecimento. Por isso, o CPEI realizou o projeto *Abordagem integrada da eficiência energética*, com o patrocínio da Cemig, da PUC Minas e da UFMG. O projeto propõe a montagem de uma rede multidisciplinar a fim de estudar os problemas de fronteira energética. “Pensar a eficiência energética





CPEI: prédio construído inteiramente de acordo com a arquitetura bioclimática.

significa refletir sobre os seus aspectos arquitetônicos, mecânicos, elétricos e de automação. Durante o projeto, um engenheiro mecânico, por exemplo, passou a ouvir um arquiteto que pensava na eficiência. O resultado foi muito interessante”, ressalta Patrícia.

Outro projeto do CPEI, em parceria com a UFMG, foi o Centro de Monitoramento de Usos Finais (CMUF). Financiado pela Cemig e pelo Finep/Ministério de Ciência e Tecnologia, o projeto somou um investimento de R\$ 1,2 milhões e consistiu no desenvolvimento de um sistema de medição distribuída e de monitoramento de energia. Pesquisadores do CPEI e do Laboratório de Controle e Processos Industriais (LCPI) do Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG desenvolveram o *hardware* do sistema e instalaram o equipamento em 15 edificações públicas de Minas Gerais, como a sede da Cemig, o Fórum Lafayette e o DER. Cada um deles recebeu, em média, 60 sensores, que monitoram, em tempo real, a forma de consumo de energia. “A plataforma coleta os dados e permite identificar os tipos de consumo e as causas do desperdício, tais como uso inadequado de ar condicionado, *stand by* de equipamentos, lâmpadas

acesas durante a madrugada e uso ineficiente de elevadores”, conta Patrícia.

Luxímetro para medir a intensidade da luz.



O sistema foi instalado em algumas escolas municipais de Belo Horizonte e o resultado surpreendeu. Os dados mostraram que, em alguns casos, 30% do gasto de energia da escola se referia às lâmpadas deixadas acesas pelos vigias durante a noite. “Grande parte das escolas públicas utiliza energia de forma inadequada. Muitas possuem disjuntores que, quando acionados, ligam todas as lâmpadas externas, que permanecem ligadas durante toda a madrugada. O acionamento parcial do sistema seria suficiente para uma iluminação de segurança”, diz a coordenadora.

Para dar suporte aos problemas de uso de energia na rede escolar, o CPEI firmou um convênio com a Prefeitura de Belo Horizonte. Hoje, a Regional Nordeste tem um gerente que trabalha com o CPEI para analisar os dados de consumo de energia nas escolas da região.

Dentre os resultados do CMUF destacam-se a estratificação do uso energético das edificações, o registro do produto – com uma patente nacional e outra internacional –, duas teses de doutorado e quatro dissertações de mestrado. ●

## Uso racional de energia

Tudo começou em 1997, com a idealização de dois Centros de Energia Inteligente, um deles instalado na PUC Minas, no Green Solar – para estudos sobre energia solar como instrumento de eficiência energética –, e outro no Centro Federal de Educação Tecnológica (Cefet) – voltado para os equipamentos utilizados no uso racional de energia. Ambos deveriam representar espaços de transferência de tecnologia e atuar na capacitação de pessoas formadas para o desenvolvimento de fontes de energia eficientes e renováveis.

A iniciativa da Cemig teve o apoio do Laboratório de Arquitetura Bioclimática, da UFMG, e da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), que disponibilizaram pesquisadores e estrutura laboratorial. Consolidava-se, assim, a Rede de Eficiência Energética em Minas Gerais, para desenvolver processos, metodologias e equipamentos que facilitassem a criação de infraestrutura para a utilização de energias renováveis, bem como a integração entre eficiência energética e energias renováveis.

Segundo Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz, coordenadora da área de Fontes Alternativas e Gestão de P&D da Superintendência de Engenharia da Distribuição da Cemig, a iniciativa trouxe ganhos consideráveis para o setor elétrico. “Essa ação ampliou as oportunidades para a capacitação de corpo técnico em eficiência energética, criou locais de disseminação de informações para a sociedade, gerou metodologias e equipamentos para otimizar ativos do sistema elétrico, desenvolveu métodos para reduzir a degradação ambiental e metodologias para promover o desenvolvimento sustentável, além de representar oportunidades para despertar a sociedade em relação à importância do combate ao desperdício de energia”, afirma a coordenadora.



**MEIO AMBIENTE**



## CENTRO DE EXCELÊNCIA EM MATAS CILIARES (CEMAC)

### Porque todo rio precisa ser preservado

Se as matas ciliares tivessem um nome fantasia, com certeza, seria “Matas do Abraço”. Essenciais ao equilíbrio ambiental dos ecossistemas, essas matas fazem a transição entre os meios terrestre e aquático, servindo de abrigo, refúgio, alimentação e reprodução da fauna ribeirinha. Além disso, evitam processos erosivos e melhoram a qualidade da água e a composição da paisagem. Preservá-las, portanto, significa abraçar parte da natureza essencial ao homem: os recursos hídricos.

Segundo o Código Florestal, definido pela Lei Federal nº 4.771, as florestas e demais formas de vegetação natural devem ser consideradas de preservação permanente, quando situadas ao longo dos rios e ao redor de lagos ou de reservatórios de água, sejam eles naturais ou artificiais. Em Minas Gerais, no entanto, dentre os mais de 40 reservatórios para produzir energia hidrelétrica, com área superior a 3 mil km<sup>2</sup>, a maioria está desprovida de “abraços” florestais.

Para reduzir o impacto ambiental dos reservatórios, a Cemig investe em ações de reflorestamento ciliar das margens de seus reservatórios. Em 1989, a empresa firmou parceria com a Universidade Federal de Lavras (Ufla), que reuniu os departamentos de Ciências Florestais, Ciências do Solo e Biologia para a realização do projeto *Mata Ciliar*, o primeiro com esse enfoque no Estado. A pesquisa desenvolveu técnicas de recomposição desses ecossistemas mediante a avaliação de características locais, seleção de espécies, métodos de preparo do solo, calagem, adubação, técnicas de plantio, manutenção e manejo da vegetação.

#### *Novo convênio*

Durante sete anos, áreas no entorno do reservatório de Camargos e, posteriormente, ao redor dos reservatórios de Igarapava e Volta Grande foram utilizadas como “laboratórios de campo” por 16 professores, 62 estudantes de pós-graduação e 77 de graduação. Ali, eles desenvolveram conhecimento na área de recomposição ciliar. Ao todo, foram publicadas 3 teses de doutorado e 59 dissertações de mestrado, além de 87 artigos em revistas científicas e da apresentação de 177 trabalhos em eventos científicos nacionais e internacionais.



*Antonio Claudio: consultoria e serviços técnicos na área ambiental.*

A experiência resultou na assinatura de um novo convênio com a Cemig, em 2000, criando o Centro de Excelência em Matas Ciliares (Cemac), para ampliar as ações desse grupo de pesquisadores. Eles passaram a prestar consultoria e serviços técnicos na área ambiental, com foco na reabilitação de ecossistemas, na avaliação de impactos ambientais e no manejo de microbacias.

#### *Recuperação de nascentes*

Um dos projetos do Cemac foi o *Estudo integrado da vegetação ciliar no entorno de nascentes, rios e reservatórios*, em parceria com a Cemig, para realizar diagnósticos físicos e fitossociológicos de sub-bacias da Bacia do Alto Rio Grande. O projeto também visou



ao desenvolvimento de tecnologias para recuperar as nascentes, margens de córregos, rios e reservatórios do local. O diagnóstico físico identificou o estado socioeconômico e de conservação das nascentes, mas também avaliou a relação dos proprietários com a questão ambiental e com a legislação.

Segundo Soraya Alvarenga Botelho, professora do departamento de Ciências Florestais da Ufla, o projeto atuou, sobretudo, nas microbacias do ribeirão Santa Cruz – afluente do Capivari –, e ribeirão Jaguará, que deságua no rio Camargos. Os dados mostraram uma situação preocupante. “Na sub-bacia do Santa Cruz, das 177 nascentes perenes, 15% delas estavam conservadas, enquanto 85% foram avaliadas como degradadas. No Jaguará, das 111 nascentes perenes, 100% delas estavam perturbadas”, explica a professora.

O termo “perturbada” se refere às nascentes que não têm a vegetação nativa no entorno, mostrando que a área não está preservada integralmente, pois há espaços de pastagem ou plantio no local. O termo “degradada” se aplica a áreas onde a vegetação nativa desapareceu e tudo foi dizimado com a presença do homem e do gado.

*Sala de reunião do Cemac: espaço para discutir ideias.*



## Parceria com agricultores

Depois desse resultado, os pesquisadores iniciaram outra etapa do projeto, que previa a recuperação das nascentes localizadas nessas microbacias. O Cemac fez ampla divulgação em cooperativas agrícolas, casas rurais, rádio, TV universitária e outros estabelecimentos da região para mostrar quais eram os objetivos do projeto e convidar os agricultores e proprietários rurais para participar. “Visitamos mais de 150 propriedades e só 50 aderiram. Em muitas delas, o fato de termos de isolar uma área de 50 metros no entorno da nascente inviabilizou a adesão dos agricultores. Por isso o trabalho só foi realizado nas fazendas que aceitaram proteger os 50 metros de área, como exige a lei”, conta Antonio Claudio Davide, coordenador do CEMAC.

Com a iniciativa, 45 nascentes foram cercadas e reflorestadas e três trechos de mata ciliar recuperados. O trabalho originou 12 dissertações de mestrado e 2 boletins em parceria com a Cemig, usados para atividades de divulgação e extensão. ●





Cemac: foco na reabilitação de ecossistemas.

## Resgate da natureza

A política ambiental da Cemig inclui, há mais de 30 anos, o desenvolvimento de projetos e ações para a preservação por meio de programas de piscicultura, educação ambiental, qualidade da água, licenciamentos ambientais, reciclagem de materiais e cuidados com fauna e flora. Em parceria com a Universidade Federal de Lavras (Ufla), foi consolidado o Centro de Excelência em Matas Ciliares (Cemac), por meio do qual as instituições obtiveram importante conquista na trajetória da sustentabilidade. “Além do suporte técnico-científico para o desenvolvimento acadêmico e dos setores público e privado, o Cemac contribui para a conscientização da sociedade, que passa a acreditar que é possível o resgate da natureza”, explica Antônio Procópio Sampaio Rezende, gerente de Integração de Sistemas de Gestão de Geração e Transmissão da Cemig.

Para ele, o Programa de Reflorestamento Ciliar, feito em parceria com os produtores rurais, traz benefícios não somente para as áreas situadas no entorno dos reservatórios, como também para as margens e nascentes. “A ação deve-se, sobretudo, ao trabalho de visitas educacionais feitas aos agricultores, para mostrar a importância de se preservar esse ecossistema”.



**GERAÇÃO**



# CENTRO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS (CPH)

## Porque peixe não vive fora da água fria

A primeira escada de peixes do Brasil é centenária. Mas, embora um dos maiores impactos ambientais da construção de barragens para a geração de energia elétrica seja a interferência na migração e reprodução de várias espécies de peixes, somente a partir da década de 1990 tiveram início estudos de eficiência das escadas de peixes. Para enfrentar a questão, a Cemig investe em mecanismos de transposição, o que pode minimizar os efeitos dos barramentos sobre a ictiofauna dos rios da região Sudeste.

Um dos institutos pioneiros no assunto foi o Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos (CPH), criado por iniciativa de um grupo de professores da Escola de Engenharia da UFMG e da Cemig. A proposta era construir um centro multidisciplinar, capacitado para pesquisas em diversas áreas de engenharia, biologia e ciência da computação.

Martinez: *envolvimento multidisciplinar.*



### Trabalho conjunto

Em 1998, a Cemig investiu R\$ 1,3 milhões para a construção do prédio do CPH e para a implantação do Centro de Estudos em Mecanismos de Transposição de Peixes, um núcleo idealizado pelos departamentos de Engenharia Hidráulica e de Zoologia da UFMG. “Houve um envolvimento multidisciplinar muito promissor entre as áreas de biologia e de engenharia, o que permitiu ao centro uma característica rara no Brasil: pesquisadores de diversas áreas trabalham em conjunto por soluções que contemplem, simultaneamente, a parte hidráulica e a ambiental”, explica Carlos Barreira Martinez, coordenador do CPH.

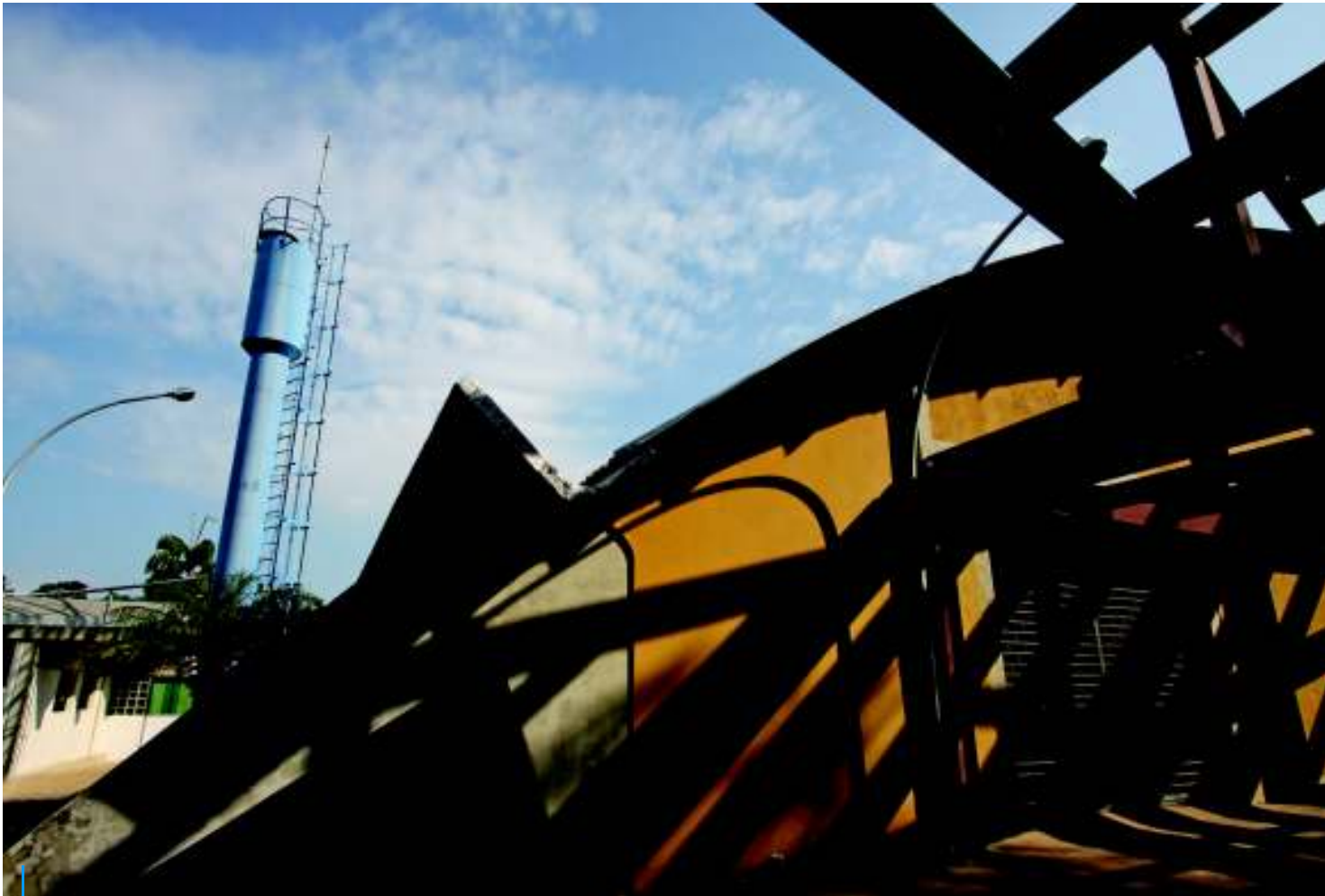
O objetivo principal do Centro de Transposição de Peixes é gerar conhecimento sobre a ictiofauna nativa das bacias da região Sudeste, em seus aspectos fisiológicos, migratórios, de capacidade natatória, dentre outros. Além disso, ele desenvolve estudos sobre os sistemas hidráulicos e seu impacto ambiental. Compreender as características das espécies de peixes numa região e sua relação com as usinas permite aos pesquisadores produzir sistemas mais adequados à transposição, evitando, assim, a entrada de peixes nas turbinas e os episódios de mortandade.

### Linhas de pesquisa

O CPH tem, hoje, 9 pesquisadores-doutores e cerca de 100 alunos, entre doutorandos, mestrandos e estudantes de graduação. Cada professor coordena um grupo de pesquisa ligado a uma área temática, que pode ser: modelização hidrológica e comparação de modelos chuva-vazão; vibrações mecânicas e projetos de captação; turbinas e bombas; sistemas de medição; energias renováveis; eficiência energética; processamento de sinais e de instrumentação; geração hidrelétrica e transposição para peixes.

Ali foi criado o grupo *Passagem para peixes*, que conta com nove linhas de pesquisa e cujo objetivo é buscar alternativas tecnológicas para os problemas ambientais em rios brasileiros. Merece destaque a linha *Estudo de eficiência sobre mecanismos de transposição*, que consiste em levantar o número de indivíduos concentrados a jusante da barragem, sua composição





CPH: pesquisadores em busca de soluções hidráulicas e ambientais.

em tamanho, além da porcentagem das populações que conseguem prosseguir em sua migração. “Mais importante do que a capacidade de os peixes localizarem a entrada do mecanismo e transpor a barragem é avaliar a importância e a efetividade de manter as populações das espécies migradoras, aspecto raramente considerado”, lembra Martinez.

Outro estudo refere-se aos *Parâmetros hidráulicos de mecanismos de transposição*, que analisa como se comporta o escoamento no interior do sistema. Para otimizar a construção e o potencial de atração das espécies migradoras para as escadas é necessário conhecer o valor da vazão e as especificidades do reservatório.

### Capacidade natatória

Grande parte dos projetos de escadas para peixes no Brasil é baseada em informações de espécies de outros continentes, como o salmão da América do Norte e da Europa. A consequência é que, muitas vezes, o mecanismo não é adequado e eficiente para as espécies locais. Por isso, o

CPH iniciou outra pesquisa inédita no País, com o financiamento da Cemig, que consiste em determinar a capacidade natatória das espécies de peixes da região Sudeste. O primeiro projeto (2002-2005)

Teste de barreira elétrica: nada de peixes nas turbinas hidráulicas.



levantou as características de velocidade máxima de natação e a capacidade de vencer diferentes velocidades e fluxos de água em espécies como o curimba (*Prochilodus lineatus*) e o mandi (*Pimelodus maculatus*). “Os dados são importantes para entender a ecologia e os hábitos dessas espécies e também determinar formas de manejo efetivo para elas”,

esclarece o professor. “Conhecer as características de nossas espécies permite criar mecanismos de transposição mais eficientes e que proporcionem a passagem de peixes de jusante para montante das barragens, onde podem se reproduzir”. Em 2009, o CPH iniciou o segundo projeto de determinação da capacidade natatória de dez espécies de peixes. •

## Programas de conservação

Reduzir o impacto ambiental das usinas hidrelétricas sobre a ictiofauna nativa exige planejamento e melhoria operacional da infraestrutura de produção de energia. Mas também requer pesquisas no campo das energias renováveis que sejam capazes de deslocar da matriz energética práticas como a queima de combustíveis fósseis. O apoio da Cemig ao CPH tem garantido alguns desses ganhos ambientais.

“O corpo técnico do Centro é altamente capacitado e formado por profissionais de diversas especialidades. Essa característica tem gerado estudos completos e aprofundados para a Cemig, que pode aplicá-los em programas de preservação ambiental de maior extensão”, argumenta João de Magalhães Lopes, analista de Meio Ambiente e gerente de alguns projetos realizados em parceria com o CPH.

“Nossa intenção é utilizar cada vez mais a *expertise* gerada pelo Centro em nossos programas de conservação para acumular conhecimento sobre as espécies de peixes e planejar procedimentos de manejo e conservação mais efetivos. Com o uso correto de ferramentas de manejo, como as escadas para peixes, pretendemos mitigar parte dos impactos aos quais as espécies nativas de peixes estão expostas com a construção de reservatórios”, explica João.



**TRANSMISSÃO**



# LIGHTNING RESEARCH CENTER (LRC) – NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO EM DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

## Monitoramento preciso de descargas atmosféricas

A incidência de raios em Minas Gerais é uma das maiores do mundo. Em média, ocorrem quatro descargas atmosféricas ou raios por km<sup>2</sup>/ano no Estado, sendo que o índice mundial é usualmente inferior a duas. Em Belo Horizonte, a média tem a ordem de seis, que é alta, porém ainda menor que a de cidades da Zona da Mata, onde há registro de dez raios por km<sup>2</sup>/ano. Essa alta incidência é uma das principais causas de desligamentos nas linhas de distribuição e transmissão das redes elétricas, motivo de danos e prejuízos para a Cemig e para os consumidores.

A busca de soluções para o problema levou tanto a Cemig quanto a UFMG, por intermédio do professor Silvério Visacro, a iniciar um trabalho pioneiro, na década de 1980, para caracterizar as descargas atmosféricas e a resposta transitória de aterramentos elétricos. No início da década seguinte, as equipes das duas instituições iniciaram um trabalho de investigação que, alguns anos mais tarde, resultou na constituição do *Lightning Research Center* (LRC) ou Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Descargas Atmosféricas, centro de excelência que hoje é referência mundial na pesquisa teórica e aplicada sobre os raios, seu efeitos e as técnicas de proteção.

### *Equipe multidisciplinar e formação de pessoal*

Inaugurado em março de 2001, o LRC conta com duas instalações principais, o prédio sede no campus da UFMG e o Complexo de Pesquisa do Morro do Cachimbo (MCS). O prédio tem área de 900 m<sup>2</sup> e conta com seis laboratórios especializados, como o Laboratório de Aterramentos Elétricos (Later), o Laboratório de Proteção Elétrica (ProtLab) e o Laboratório de Detecção e Localização de Raios com acesso aos dados da rede nacional de detecção de raios (LLSLab), que fornecem condições ideais para desenvolver investigações sobre descargas atmosféricas. Tais laboratórios dão suporte às atividades experimentais desenvolvidas no Complexo MCS.

Atualmente, a equipe do LRC conta com 6 professores-doutores, 6 pós-doutorandos, 31 alunos



*Silvério: trabalho pioneiro para caracterizar descargas atmosféricas.*

de doutorado e de mestrado, além de 19 de Iniciação Científica. “Nossa equipe é multidisciplinar e capaz de trabalhar em diferentes campos de investigação. Atua desde a física do fenômeno e dos desenvolvimentos digitais para constituir os sensores usados e medir correntes e efeitos das descargas atmosféricas até a concepção e a introdução de técnicas aplicadas de engenharia de proteção”, comenta o professor.

O LRC oferece ainda, desde 2003, o curso de especialização em Engenharia de Sistemas Elétricos de Potência (Cesep), cuja ênfase é no estudo das descargas atmosféricas. O Cesep já formou cerca de 60 especialistas.

## Complexo de Pesquisa e Estação Atmosférica

O convênio assinado entre a Cemig e a UFMG possibilitou a aplicação de recursos financeiros e de pesquisa à universidade para a construção e aparelhamento do LRC. A Estação de Pesquisa do Morro do Cachimbo, principal ponto para medição dos parâmetros de corrente de descargas atmosféricas da América e que envolveu recursos da Cemig da ordem de mais de R\$ 1 milhão, foi cedida em comodato à UFMG.

O complexo fica localizado a 13 km ao sul de Belo Horizonte, a 1.460 m de altitude. É um laboratório a céu aberto, operado pelo LRC para pesquisas das descargas atmosféricas. São cinco ambientes de alta tecnologia para medição e registro de correntes dos raios e seus efeitos.

A estação principal tem uma torre instrumentada de 60 m e uma edificação blindada, onde estão os equipamentos para coleta e registro dos dados de descargas atmosféricas incidentes na torre ou de canais ascendentes nela iniciados. Numa estação remota, distante 1 km, fica a câmara ultrarrápida, capaz de filmar os estágios de formação dos raios incidentes.

*LRC: referência mundial na pesquisa aplicada sobre raios.*

Há um sistema para medir campos eletromagnéticos gerados pelas descargas atmosféricas para investigação de aspectos da física do fenômeno e de medidas preventivas. “Quando uma descarga incide num prédio, num raio de 100 m o campo magnético é tão forte que as redes de menor tensão – como de distribuição de energia e de telecomunicações – podem ficar sujeitas a tensões induzidas muito elevadas, da ordem de 100 mil volts, capazes de queimar equipamentos. É o que chamamos de efeito indireto do raio, que produz consequências danosas para os equipamentos e instrumentos de baixa tensão”, explica Visacro.

### Monitoramento de efeitos

O Complexo MCS possui, ainda, duas redes de distribuição experimentais e um trecho de linha de transmissão para a investigação dos efeitos indiretos das descargas atmosféricas e da incidência direta. Na linha são medidas as componentes contínuas e impulsivas de correntes de raios incidentes, que são também filmadas. “A corrente de raios muito intensos pode danificar cabos da linha. Nessa pesquisa, o monitoramento dos efeitos das descargas atmosféricas pode indicar soluções para evitar esses danos”, diz o professor. Nas redes são medidas as sobretensões induzidas por correntes incidentes na torre.





Teste de dispositivo de comunicação remota para proteção de linhas de transmissão.

O Complexo do Morro do Cachimbo apresenta condições únicas para medição de descargas atmosféricas naturais. Segundo Silvério Visacro, elas são medidas em outras estações do mundo (são apenas três em operação no momento) e têm características diferentes por estarem em regiões temperadas da Terra. “Quase todas as incidências nelas medidas são do tipo ascendente, enquanto mais de 90% das descargas atmosféricas naturais são descendentes, o que restringe o uso dos dados para caracterizar seus parâmetros. Por isso, a base de dados do Morro do Cachimbo, referente a 150 eventos, é das mais importantes no contexto internacional”, afirma.

## Conhecimento

Desde 2001, o LRC gerou 15 teses de doutorado, 46 dissertações de mestrado, 2 livros publicados e uma média de 7 artigos por ano em revistas científicas. O núcleo participa de importantes eventos da área, como o *Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica* (SNPTEE) e o *Simpósio Internacional de Proteção contra Descarga Atmosférica* (SIPDA), além de organizar o *Ground*

& LPE, conferência internacional realizada a cada dois anos sobre a física das descargas atmosféricas e os aterramentos elétricos, que recebe a elite dos pesquisadores do mundo sobre o tema.

O LRC já desenvolveu 15 projetos de P&D em parceria com a Cemig, de um total de 25 contratados. Alguns deles geraram produtos concretos e de grande valor, como o P&D025, que resultou em um localizador de faltas em linhas de distribuição. “Muitas vezes, durante tempestades, a equipe de manutenção da empresa não sabe onde ocorre a falha (curto-circuito que causa falta de energia) na linha de distribuição. Esse sistema identifica o local, permitindo agilizar o reparo”, diz o professor. ●

## Capacitação técnica

Segundo o consultor da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da Cemig, Luiz Carlos Leal Cherchiglia, os projetos desenvolvidos pelo LRC permitiram melhorar o desempenho das instalações de geração, transmissão e distribuição da concessionária, além de capacitar vários engenheiros em cursos de especialização na área de Sistemas Elétricos de Potência, com ênfase nos efeitos transitórios decorrentes das descargas atmosféricas.

“Dentre os benefícios para o Estado, temos a formação de um polo de serviços regional, especializado em Engenharia de Proteção contra Descargas Atmosféricas, além da formação de empreendedores na área, com consequente aumento do número de empresas especializadas em Minas Gerais”, explica Cherchiglia, responsável pela gestão da parceria com o LRC.





# **DISTRIBUIÇÃO**

# CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (EXCEN)

## Educação e consciência para o uso adequado de energia

Os números não mentem. Segundo levantamentos feitos pela Cemig, 18% da energia comercializada em Minas Gerais é desperdiçada por ano. O motivo? Falta informação para usar e manter adequadamente os equipamentos usados na indústria, no comércio e nas residências. Para combater o desperdício e manter sua política de produzir e fornecer energia de qualidade a todo o Estado, a Empresa passou a apoiar, na década de 1980, projetos de cunho educacional para difundir o consumo energético mais eficiente. A parceria com o Grupo de Estudos Energéticos (GEE), da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) – que pesquisa e desenvolve metodologias de treinamento, capacitação e produtos tecnológicos sobre conservação de energia – surgiu nesse momento.

O pioneirismo do GEE começou em 1984, quando os professores Jamil Haddad, Afonso Henriques Moreira Santos e Luiz Augusto Horta Nogueira criaram treinamentos voltados para eficiência energética. O primeiro deles, *Introdução geral à conservação de energia*, foi aplicado em indústrias, empresas públicas e privadas e agências governamentais por todo o Brasil. Segundo Jamil, o grupo promoveu, nos últimos 15 anos, a média de quatro cursos anuais, formando aproximadamente 2.300 pessoas em eficiência energética.

### *Identidade própria*

Na década de 1990, o Brasil criou agências reguladoras, entre elas a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP). Com experiência em conservação de energia, o GEE se tornou colaborador da Aneel como instituto de regulamentação, realizando, dentre outras atividades, medições da capacidade de energia de aparelhos eletrônicos e máquinas industriais. “Naquela época, após um trabalho árduo de convencimento no Congresso Nacional e contando com a participação do Afonso, na época diretor da Aneel, e com o suporte e a confiança do Procel, conseguimos reescrever e aprovar a Lei de Eficiência Energética, uma vitória na área de conservação de energia”, conta Jamil. A Lei nº 10.295/2001 estabeleceu o nível máximo de consumo de qualquer forma de energia com o mínimo de eficiência energética que cada equipamento no Brasil deve oferecer. Dessa forma, foram retirados do mercado os motores menos eficientes, ação estrutural que contribuiu para o consumo responsável de energia.



Jamil: treinamentos voltados para eficiência energética.

O professor lembra que os projetos do GEE foram reconhecidos a ponto de fazer dos pesquisadores da Unifei uma referência em eficiência energética do País. Mas faltava um espaço com identidade própria para as linhas de pesquisa e para os laboratórios que permitisse consolidar os avanços alcançados e ir adiante. Dessa necessidade, nasceu o Centro de Excelência em Eficiência Energética (Excen).

### *Modelo em eficiência*

O Excen foi inaugurado em 15 de dezembro de 2007 e contou com recursos do Procel/Eletróbrás, Efficientia/Cemig e Ministério de Minas e Energia, que investiram, aproximadamente, R\$ 4 milhões na construção desse “laboratório vivo”, um espaço planejado para utilizar energia limpa em seus processos. Quem entra no prédio percebe que sua iluminação é natural, com janelas adaptadas para o aproveitamento

de luz solar e do vento. As lâmpadas são eficientes e há coleta de água de chuva, que é reutilizada em jardins e para o abastecimento interno.

O Excen possui dois laboratórios em eficiência energética. O de Usos Finais efetua ensaios e estudos relacionados à conversão energética em motores, lâmpadas, bombas e compressores, dentre outros sistemas, permitindo evidenciar a potencialidade de novas tecnologias e dos procedimentos operacionais mais adequados para a redução das perdas. O de Sistemas de Cogeração é equipado com uma microturbina e motor alternativo a gás, *chiller* de absorção, caldeira e trocadores de calor, associados a uma malha de controle e monitoramento, permitindo demonstrar a operação de sistemas reais de cogeração e como reduzir ao mínimo a perda de energia no uso dos combustíveis.

### *Difusão de conhecimento e avaliação de resultados*

Dentre outros projetos desenvolvidos pelo Excen em parceria com a Cemig, estão os *Manuais Setoriais*, que listam procedimentos de consumo de energia para hotéis, empresas e indústrias. Outro projeto é o Curso de Otimização Energética (Coene), com duração de duas semanas, voltado para engenheiros e técnicos que

participam de aulas sobre o uso racional de energia e vão a campo para as auditorias energéticas nas empresas da região de Itajubá. Realizado desde 1995, com o objetivo de proporcionar fundamentos do uso racional de energia com base em práticas de medição e pesquisa, os Coenes já formaram 250 alunos.

Outra linha de estudos que ocupa o pessoal do Excen é a estimação dos resultados dos programas e atividades de eficiência energética, procurando avaliar, de forma consistente, a energia e a potência economizadas. Nesse sentido, foram desenvolvidas metodologias para refrigeradores, aparelhos de ar-condicionado, lâmpadas e reatores, já incorporados pelo Procel/Eletróbrás. Estão em desenvolvimento métodos similares para motores elétricos e sistemas de energia solar, bem como cursos e programas de formação em eficiência energética.

O Excen produziu ainda, com apoio da Efficientia/Cemig e também do Procel/Eletróbrás, uma coleção sobre uso racional de energia que contém manuais teóricos e práticos sobre o uso de vapor, sistemas de bombeamento, ar comprimido e refrigeração industrial e comercial. “A maior parte das publicações é distribuída gratuitamente, de acordo com nossa política de difusão do conhecimento, e pode ser obtida pelo site [www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br). O Excen desenvolve metodologias, mas também produz material com o propósito de capacitar novos profissionais”, esclarece o professor. ●

*Excen: espaço planejado para utilização de energia limpa.*







Medição de intensidade luminosa, em um laboratório do Excen.

## Formação de multiplicadores

A Cemig buscar combater o desperdício de energia, especialmente quando investe em pesquisa e em parcerias como a que foi feita com o Excen. O princípio é benéfico à sociedade: eficiência energética significa um kWh mais barato e limpo.

Para Leonardo Rivetti Rocha, engenheiro de Soluções Energéticas do Programa de Eficientização Energética da Cemig e coordenador da parceria com o Excen, o conhecimento gerado pelo centro capacita universitários da graduação e da pós-graduação, técnicos e engenheiros de empresas públicas e privadas, além de docentes de escolas e universidades, permitindo a difusão dos conceitos de eficiência energética para reduzir desperdícios.

A Cemig também desenvolve projetos na área educacional. O projeto *Cemig nas Escolas-Procel*, por exemplo, funciona nas escolas de ensino médio e fundamental para capacitar professores e alunos, que serão multiplicadores da mudança de hábitos no consumo de energia elétrica.

# CENTRO EM QUALIDADE E COMPATIBILIDADE ELÉTRICA (C-QCE)

## Em busca da qualidade da energia

O que são cargas não lineares? Elas estão baseadas em chaveamentos eletrônicos, tais como microcomputadores, lâmpadas fluorescentes compactas, acionamentos controláveis, inversores, cicloconversores, fornos a arco e tantos outros. A crescente instalação dessas cargas no sistema elétrico tem trazido diferentes problemas técnicos relacionados a fenômenos de qualidade da energia elétrica para a Cemig, como as flutuações de tensão, as deformações das ondas, os desequilíbrios e as assimetrias dos sinais polifásicos, que podem gerar perdas para a indústria e para as concessionárias de energia.

Para fazer frente a esse quadro, a Cemig apoia pesquisas na área de Qualidade de Energia Elétrica (QEE). Em 2007, a empresa assinou convênio de cooperação técnico-científica com a Eletrobrás e com a Universidade Federal de Itajubá (Unifei) para constituir, implantar e operacionalizar o Centro de Estudos, Investigação e Inovação em Qualidade

*Paulo Márcio: universidade na linha de frente dos avanços tecnológicos.*



*José Policarpo: transferência de conhecimento para o setor empresarial.*

e Compatibilidade Elétrica (C-QCE). Destinado a implementar ações de fomento ao desenvolvimento científico, tecnológico e industrial, no campo das aplicações da qualidade e da compatibilidade elétrica, o C-QCE tem laboratórios e núcleos de estudos nas áreas de qualidade, energia, medição e proteção de sistemas elétricos, etapa inicial para a constituição de uma Rede Cooperativa no País.

Segundo o professor José Policarpo Gonçalves de Abreu, idealizador do projeto, caberá ao C-QCE transferir conhecimento para o setor empresarial; fomentar o desenvolvimento tecnológico que potencialize a formação de um pólo industrial e de serviços especializado em qualidade de energia e áreas afins; identificar oportunidades para estimular o setor industrial a realizar investimentos e o setor de serviços a suprir demandas por produtos da área; e formar empreendedores, mediante a capacitação de alunos e técnicos.

## Estrutura

---

O prédio do C-QCE, ainda em construção no Parque Tecnológico de Itajubá (ParcTec), conta com quase 2.000 m<sup>2</sup>. Ali haverá quatro laboratórios especializados para o desenvolvimento de diferentes projetos: o Laboratório de Qualidade de Energia Elétrica (LQEE), que irá abrigar análises de sensibilidade e imunidade de eletroeletrônicos e o comportamento de dispositivos em geral; o Laboratório de Medidas Elétricas (LME), que realizará procedimentos metrológicos em ambientes com distúrbios de QEE, aferição e calibração de medidores de energia e outros; o Laboratório de Proteção de Sistemas Elétricos (LPESE) que estará preparado para a realização de testes em desempenho dinâmico em relés de proteção, utilizando um Simulador Digital em Tempo Real (RTDS), dentre outros; e, finalmente, o Laboratório de Compatibilidade Elétrica (LCE), que irá desenvolver estudos de desempenho dos processos

industriais diante de distúrbios de qualidade de energia elétrica e de dispositivos de automação.

## Linha de frente

---

“Percebemos a necessidade de criar o Núcleo de Desenvolvimento de *Hardware* (NDH) e o Núcleo de Desenvolvimento de *Software* (NDS), para apoiar os laboratórios, e ainda o Núcleo de Pré-Incubação (NPri) e o Núcleo de Apoio à Indústria (NAIn), relacionados à visão que a Unifei e nós professores temos do papel da universidade brasileira”, explica Paulo Márcio da Silveira, atual coordenador do C-QCE. Para ele, é função da universidade atuar na linha de frente das pesquisas que promovem avanços tecnológicos.

Mas as descobertas acadêmicas às vezes não conseguem ser aplicadas no mercado, sobretudo pela falta de técnicos capacitados. É essa lacuna que o NPri busca suprir. “A ideia é pré-incubar empresas mediante

*Medidores portáteis de qualidade da energia elétrica: em busca de novas formas de onda.*





a preparação de alunos que se tornem empreendedores e abram o próprio negócio”, explica José Policarpo.

O Núcleo de Apoio à Indústria tem o propósito de oferecer consultoria às empresas de médio e pequeno porte de Minas Gerais, sem condições de contratar um engenheiro especializado em qualidade de energia elétrica. “Nossa proposta é quebrar paradigmas, produzindo conhecimento e disponibilizando-o de modo a beneficiar todo o Estado”, afirma Paulo Márcio.

## Conhecimento acumulado

O C-QCE tem hoje 2 pós-doutores e 4 doutores, além de 50 alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica. A experiência do corpo docente começou a ser construída em 1995, com a fundação do Grupo de Estudos em Qualidade de Energia (GQEE), cujas ações envolveram trabalhos de extensão, consultorias, auxílio às concessionárias em termos de conscientização sobre os problemas de Qualidade da Energia Elétrica (QEE) e orientação aos consumidores.

Sob a coordenação de José Policarpo, o GQEE chegou a organizar a décima edição da *IEEE PES International Conference on Harmonics and Quality of Power – 10th ICHQP* –, em 2002, realizada pela primeira vez fora do eixo Europa-EUA. Estão também incluídos no portfólio do grupo diversos treinamentos para concessionárias e indústrias, como o Curso de



C-QCE: ações de fomento ao desenvolvimento da qualidade e da compatibilidade elétrica.

Especialização em Proteção de Sistemas Elétricos (Cepse) e cursos de aperfeiçoamento em QEE.

Para José Policarpo, o conhecimento acumulado na área de QEE resultará em mais serviços. “Hoje temos as chamadas cargas sensíveis. Por exemplo, entre o motor e a rede elétrica há um controle que permite à indústria automatizar todo o processo. Se ocorrer um afundamento de tensão, esse controle pode sofrer um distúrbio e parar a produção durante horas. Nosso núcleo fará diagnósticos de relevância do controle de qualidade de energia”, diz o professor. O C-QCE também vai atuar na verificação de falhas do sistema, para mostrar se o responsável pelo problema é a concessionária ou a empresa. ●

## Avaliação dos distúrbios

Todos os anos, a Cemig recebe reclamações sobre distúrbios ocorridos no sistema elétrico. Para solucionar o problema, é necessário o laudo de um instituto idôneo que identifique a origem desses distúrbios e os responsáveis por eles. “O convênio com o C-QCE prevê a consulta técnica para essas questões, além da formação de recursos humanos especializados em qualidade de energia, que é o seu principal objetivo”, explica Luiz Carlos Leal Cherchiglia, consultor da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas da concessionária e gestor da parceria com o C-QCE.

“O principal benefício dessa parceria é contar, prioritariamente, com os testes e o conhecimento do centro de excelência na área de Qualidade de Energia Elétrica (QEE) em diagnósticos de compatibilidade elétrica e ações de medição ou de avaliação do sistema”, afirma o consultor.

# Cemig, uma nova referência na economia global.

Crescer: mais um compromisso que a Cemig reafirma com seus investidores.



Aliando foco na rentabilidade, excelência nos investimentos e uma gestão orientada para resultados, a Cemig é hoje uma Empresa com mais de 100 mil acionistas em 46 países e negócios nos principais estados do Brasil.

Única empresa do setor na América Latina indicada para representar o mercado mundial no The Global Dow Index, a Cemig é listada no Índice Dow Jones de Sustentabilidade há 9 anos consecutivos. A conquista do Investment Grade confirma ainda sua excelente qualidade de crédito e disciplina financeira.

No atual cenário macroeconômico, a Empresa usufrui de forte posição de caixa para manter seus planos de expansão e seu compromisso de agregação de valor para seus acionistas. Somente este ano, a Cemig adquiriu três parques de geração de energia eólica e aumentou em 50% a sua participação no mercado brasileiro de trans-

missão de energia, com a aquisição, a ser concluída em setembro, do controle da Terna Participações S.A.

Conjugando os interesses dos seus acionistas, empregados e as comunidades em que atua, a Cemig tem fortalecido os valores e fundamentos que a tornam atrativa ao mercado, apta a implementar seu Planejamento Estratégico de Longo Prazo e incrementar a lucratividade para seus acionistas.

Rentabilidade, disciplina, transparência e respeito ao meio ambiente: é assim que a Cemig constrói uma marca forte no mundo e admirada pelas pessoas.

**CEMIG**  
A Melhor Energia do Brasil.

[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)



## FÓRUNS TECNOLÓGICOS: ESPAÇO PARA DISCUTIR O FUTURO

*A gestão do conhecimento tecnológico dentro de uma empresa como a Cemig exige canais, espaços e pessoas cada vez mais integrados e alinhados com a filosofia do desenvolvimento sustentável. Mas, antes de gerir, é preciso conhecer. Por isso, o mergulho na cultura de inovação do Grupo Cemig é inevitável, seja por meio da participação direta de especialistas no planejamento estratégico de tecnologia, seja na auditoria tecnológica ou no suporte à decisão nos diversos processos de gestão da inovação.*



*subestações; gestão, regulação e mercado da Distribuição, da Geração e da Transmissão.*

*Também estão sendo criados, na nova intranet da Cemig, portais para cada um dos fóruns, com o objetivo de facilitar a discussão e o compartilhamento das informações e do conhecimento específico entre os especialistas envolvidos, além de vir a ser o repositório desses conhecimentos.*

*Depois de aprovados pelo Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia da empresa, os integrantes dos 12 fóruns, cujos*

*Dessa premissa surgiram os fóruns tecnológicos, destinados a abrigar a discussão em torno de novas alternativas tecnológicas, apresentando como resultado o compartilhamento do conhecimento ali desenvolvido, incluindo a avaliação e a seleção de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Cemig. Nos Fóruns, também será feita a atualização dos indicadores tecnológicos, a avaliação de novas tecnologias e o acompanhamento do Plano Estratégico de Investimento em P&D da empresa.*

*Criados em janeiro de 2009, os 12 fóruns tecnológicos são compostos por especialistas em diversas áreas da Cemig: meio ambiente; gestão de bacias e planejamento energético; fontes alternativas, geração distribuída e descentralizada, geração termelétrica e eficiência energética; medição, faturamento e perdas comerciais; planejamento elétrico e energético da expansão; operação do sistema elétrico; manutenção do sistema elétrico; supervisão, controle e automação; segurança patrimonial e pessoal; novas configurações e topologias de linhas de transmissão, distribuição e*

*nomes, indicados em reuniões internas, contam com a anuência das suas respectivas gerências, têm o dever de avaliar, selecionar e priorizar os projetos de P&D da empresa. A bússola é o Plano Estratégico de Investimento em P&D da Cemig, levando em conta pontos como originalidade, inovação, relação com o negócio da empresa, probabilidade de sucesso, capacitação da equipe envolvida no projeto e otimização de recursos e receitas. Os fóruns também auxiliarão o planejamento estratégico das áreas da empresa e a medição de indicadores de melhorias ao longo do tempo.*

*A proposta é que esses fóruns sejam permanentes, podendo subdividir-se em grupos cada vez que uma das áreas precisar de avaliações mais específicas. Com a criação deles, a cultura da inovação tecnológica da Cemig tende não somente a se difundir, como a se consolidar, o que, no caso da empresa, é um objetivo estratégico para a construção diária do futuro.*

**Alexandre Francisco Maia Bueno**  
Superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas



## PROJETOS APROVADOS PELA ANEEL

Veja a relação dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) desde o início do programa, em 1999.

**P&D001** - Avaliação Experimental de Sistemas de Ciclo Combinado com Células Combustíveis, Microturbinas a Gás e Motores Stirling para Geração de Eletricidade - André Martins Carvalho . Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&D002** - Projeto e Desenvolvimento de um Restaurador Dinâmico de Tensão - Tatiana Nesralla Ribeiro - Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D003** - Desenvolvimento de Condutores Compactos Homogêneos para Aplicação em Linhas de Distribuição e Transmissão, Objetivando Redução de Perdas Elétricas - Edino Barbosa Giudice Filho. Parceiros: Furukawa Industrial S.A. Produtos Elétricos; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D004** - Recuperador de Calor para Chuveiros Elétricos - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&D005** - Aproveitamento da Energia Térmica Gratuita de Geladeiras e Freezers no Aquecimento de Água em Residências e Condomínios - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceiros: Seletro Serviços Eletrotécnicos Ind. Com. Ltda; Tech-Trade Tecnologia e Ciência.

**P&D006** - Aplicação e Disponibilização dos Dados de Monitoramento em Tempo Real de LT - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento.

**P&D007** - Sistema de Gestão da Qualidade da Energia Elétrica - GERQUALI - Tatiana Nesralla Ribeiro. Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas); Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&D008** - Célula a Combustível de Polímero Condutor Iônico - José Henrique Diniz . Parceiros: Universidade de São Paulo (USP); CLAMPER - Indústria e Comércio Ltda; Unitech.

**P&D009** - Obtenção de Parâmetros de Descargas Atmosféricas e Aferição do Sistema de Localização de Tempestades -Luiz Carlos Leal Cherchiglia . Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D010** - Proteção de Redes Elétricas de Distribuição de Baixa Tensão contra Descargas Atmosféricas - José Vicente Pereira Duarte. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D011** - Aumento de Eficiência Energética em Alimentadores - Luiz Augusto Castro Paiva.

**P&D012** - Desenvolvimento Experimental de Tecnologia para a Produção de Células Solares de Baixo Custo - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz. Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

**P&D013** - Avaliação Experimental de um Sistema de Geração Distribuída de Energia Solar Fotovoltaica Interligado à Rede Elétrica - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz. Parceiros: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**P&D014** - Utilização de Bomba de Calor para Aquecimento de Água em Residências e Condomínios - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceiro: Seletro Serviços Eletrotécnicos Ind. Com. Ltda.

**P&D015** - Correção de Fator de Potência em Alimentadores na Baixa Tensão de Transformadores e em Unidades Consumidoras - Luiz Augusto Castro Paiva.

**P&D016** - Abordagem Integrada da Eficiência Energética - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz. Parceiros: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D017** - Avaliação Tecnológica da Energia Solar Fotovoltaica - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz - Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade de São Paulo (USP); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**P&D021** - Novas Técnicas de Manutenção Preditiva em Pára-raios - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D022** - Monitoramento e Diagnóstico de Equipamentos de Transformação e Manobra de Subestações - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&D023** - Revitalização de Transformadores de Potência - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins. Parceiras: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&D024** - Novas Metodologias e Técnicas de Manutenção para Computadores de Derivação Sob Carga (CDCs) - Ronald Moura. Parceiros: Asea Brown Boveri; Maschinenfabrik Reinhausen.

**P&D025** - Sistema de Localização de Faltas para Redes de Distribuição - Heitor Martins Veloso. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&D028** - Sistema Localizador de Faltas para Linhas de Transmissão - Antônio Donizetti de Andrade. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).



**P&SD029** - Aplicação de Compósitos em Estruturas de LTs e SEs - Humberto Romério de Meneses - Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

**P&SD030** - Conector de Sacrifício - Roberto Márcio Coutinho. Parceiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel).

**P&SD31** - Efeito da Estratificação do Solo na Impedância de Impulso de Torres de Linhas de Transmissão - Paulo José Clebicar Nogueira. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&SD032** - INSPETOR - Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens - Adelaide Linhares Carvalho Carim.

**P&SD033** - Influência da Climatologia na Previsão de Carga - Rui Bran Januário dos Reis. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&SD034** - Pesquisa e Desenvolvimento de Monitoramento Contínuo de Eficiência de Turbinas Hidráulicas - Ernani Wagner Soares. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD035** - Metodologia para Previsão de Longo e Curto Prazo de Tempestades Severas Utilizando Dados do Sistema de Localização de Tempestades (SLT) e Radar Meteorológico - Rui Bran Januário dos Reis. Parceiro: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

**P&SD036** - Software para Sistema de Excitação de PCHs - Fábio José de Noronha.

**P&SD037** - Problemas Causados pela Qualidade de Água na Manutenção de Usinas Hidrelétricas - Maria Edith Rolla . Parceiros: Universidade Estadual Paulista (Unesp); Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD039** - Estudo Integrado da Vegetação Ciliar em Diversos Ecossistemas - Oscar Moura Ribeiro Neto . Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA).

**P&SD040** - Transposição de Peixes em Reservatórios Hidrelétricos: Comportamento e Mortalidade - Vasco Campos Torquato . Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD041** - Estudos de Metodologia para Minimizar Problemas Causados por Parada de Máquina e Operação como Síncrono - Vasco Campos Torquato . Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&SD042** - Inventário de Fauna e Flora das Estações Ambientais da CEMIG - Jefferson Ribeiro da Silva . Parceiras: Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**P&SD043** - Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias de Manejo do Fogo - Márcio Rodrigues Corrêa . Parceira: Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**P&SD044** - Conexão de Unidades de Geração Distribuída de Energia ao Sistema Elétrico - Sebastião Vidigal Fernandes Júnior. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD045** - Avaliação da Confiabilidade Integrada do Sistema Elétrico - Cleber Esteves Sacramento. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&SD047** - Avaliação de Parâmetros de Máquinas Síncronas - Jorge Luiz Teixeira. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD048** - Modelo de Forno a Arco Compensado - Jorge Luiz Teixeira. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**P&SD049** - Critérios e Procedimentos para Compensação Reativa e Controle de Tensão - José Roberto Valadares. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD050** - Laboratório Experimental para Produção de Hidrogênio para Uso como Vetor Energético - José Henrique Diniz . Parceiros: Laboratório de Hidrogênio da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Laboratório de Hidrogênio da COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás (Cenpes); Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (Ceneh).

**P&SD051** - Usina Termelétrica Solar Experimental de 10 kW Utilizando Concentradores Cilíndrico-Parabólicos - Alexandre Heringer Lisboa . Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

**P&SD052** - Eficientização de PCHs através do Desenvolvimento de Metodologias de Automação e Recuperação de PCHs Antigas e de Operação de Turbinas de PCHs com Rotação Variável - Sebastião Valido Tavares de Quadros . Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&SD054** - Previsor de Carga On-line - Wilson Fernandes Lage. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&SD055** - Sistema para Tratamento de Alarmes - Lúcia Helena Souza de Toledo (TR/SO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD059** - Medição de Descargas Parciais de Transformadores de Instrumentos até 550 KV no Campo - Jéferson Inácio Lopes. Parceiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel).

**P&SD062** - Cultivo de Peixes Nativos e Zoneamento de Reservatórios - Oscar Moura Ribeiro Neto . Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA).

**P&SD063** - Acidentes com LTs - Estudo da Camada Limite do Vento em uma Linha Piloto em Operação - Carlos Alexandre Meireles Nascimento. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD064** - Estudo de Técnicas de Bioengenharia de Solos para Controle de Erosão em Margens de Reservatórios - Márcio Rodrigues Corrêa . Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD065** - Programa de Pesquisa para Avaliação de Densidades de Plantio e Rotação de Plantações de Rápido Crescimento para Produção de Biomassa para Fins Energéticos em Minas Gerais - Márcio Rodrigues Corrêa . Parceira: Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**P&SD068** - Desenvolvimento de Software Conversor de Protocolos para Integração de Equipamentos de Proteção, Controle, Supervisão e Automação de Subestações - Anderson Fleming de Souza. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD070** - Cogeração de Energia em Forno Rotativo de Calcinação de Cimento - Eduardo Costa Vasconcelos. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD071** - Avaliação de Aspectos Ergonômicos da Função de Eletricista de Redes de Distribuição - Willes de Oliveira e Souza. Parceira: Fundação Educacional Lucas Machado (Feluma), mantenedora da Faculdade de Ciências Médicas de Belo Horizonte.

**P&SD072** - Desenvolvimento de Funções Avançadas de EMS (Energy Management System) para Sistemas de Subtransmissão - Ricardo Luiz J. Carnevalli. Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

**P&SD073** - Desenvolvimento de um Programa Computacional para Avaliar o Controle Coordenado de Tensão Aplicada ao Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos - Valério Oscar de Albuquerque. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**P&SD074** - Desenvolvimento de Tecnologia de Análise de Redes de Distribuição com Geração Distribuída e Reconfiguração de Redes Elétricas - Helder Lara Ferreira. Parceira: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**P&SD075** - Proteção das Redes de Distribuição de Média Tensão contra as Descargas Atmosféricas: Desenvolvimento de Modelos Computacionais e Validação por Meio de Rede Experimental junto à Estação do Morro do Cachimbo - Júlio César Santos Ventura. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD076** - Estudos Hidrológicos Sobre o Regime de Produção de Água das Bacias de Drenagem de Cabeceira - Márcio Rodrigues Corrêa . Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA)/Centro de Excelência em Matas Ciliares.

**P&SD079** - Desenvolvimento de Metodologia para Previsão de Tempestades Severas com Antecedência de 72 horas - Rui Bran Januário dos Reis. Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

**P&SD080** - Estudo de Barreiras Elétricas para Impedimento de Entrada de Peixes em Turbinas Hidráulicas - João de Magalhães Lopes . Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD081** - Desenvolvimento de Software a ser Integrado em Sistemas de Análise de Perturbações - Weber Melo de Sousa. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD082** - Aproveitamento da Vazão de Atração do Sistema de Transposição de Peixes para Geração de Energia Elétrica - João de Magalhães Lopes . Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD084** - Predição e Análise de Informações de Monitoramento em Tempo Real de LTs - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento. Parceira: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**P&SD094** - Diversidade da Ictiofauna como Modelo para Avaliar Construção do Sistema de Transposição para Peixes e Impacto de Peixes Exóticos em Reservatórios - João de Magalhães Lopes . Parceiros: Bio-Ambiental Consultoria Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).

**P&SD096** - Desenvolvimento de Protótipos de Bombas de Calor para Secagem de Roupas e de Grãos e Alimentos em Médias Temperaturas (até 55°C) - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceiros: Serviços Eletrotécnicos Indústria e Comércio; Tech-Trade Empreendimentos Tecnológicos Ltda.

**P&SD097** - Desenvolvimento de um Protótipo de Pilha a Combustível de Óxido Sólido de 50 W - José Henrique Diniz. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD098** - Pesquisa e Desenvolvimento de Monitoramento Contínuo da Eficiência de Usinas Térmicas - Webber Eustáquio Pereira de Aguiar. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD099** - Elaboração de Especificação Funcional e por Desempenho de Sistemas PLC com Baixas Taxas de Transmissão de Dados - Carlos Alberto Monteiro Leitão. Parceiro: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

**P&SD100** - Desenvolvimento de Metodologias para Propagação de Ondas de Cheia em Cenários de Operação Extrema e de Ruptura de Barragens - Luiz César Mendes Botelho. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**P&SD101** - Repotencialização de Linhas Aéreas de Transmissão Utilizando Cabos Condutores Especiais Associados a Altíssima Temperatura de Operação - Giovani Eduardo Braga. Parceiros: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Sumitomo Corporation do Brasil S.A.

**P&SD102** - Desenvolvimento de Técnicas Preditivas para a Detecção de Desgastes Prematuros em Hidrogeradores - Adriana de Castro Passos.

**P&SD103** - Desenvolvimento de Sistema de Chaveamento Automatizado de 138 KV Utilizando Estrutura de Linha de Transmissão - Paulo Roberto Freitas Carvalho Costa. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).



**PSD104** - Sistema de Gestão da Tecnologia e da Inovação - Jose Henrique Diniz. Parceiras: Fundação Dom Cabral; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**PSD106** - Desenvolvimento de Metodologia para Medição da Intensidade do Campo Elétrico e Magnético na Faixa de Servidão e Vizinhanças de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia - Gernan Edson Guimarães. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD108** - Produção de Hidrogênio através da Reforma de Etanol - André Martins Carvalho. Parceiras: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp); Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

**PSD109** - Laboratório Avançado de Geomarketing - Marden Menezes. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD110** - Pesquisa Aplicada em Tecnologias de Sensores Ópticos a Fibra para Monitoração e Supervisão Remota de Redes de Energia Elétrica - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento. Parceiro: Centro de Pesquisas e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

**PSD111** - Pesquisa e Desenvolvimento de Barreira Mecânica para Evitar Mortandade de Peixes na Sucção de Turbinas Hidráulicas - Carlos Aloysio Costa Diniz. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD112** - Estudos de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais e Previsão Estatística de Precipitação Mensal - Marcelo de Deus Melo. Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD113** - Novo Método de Diagnóstico de Transformadores de Potência via Sistemas Dinâmicos - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins. Parceiras: Asea Brown Boveri; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD114** - Sistema de Identificação e Isolamento de Falta em Máquina Síncrona Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial - Antônio Carlos Arantes. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**PSD117** - Avaliação do Carregamento de Transformadores de Potência em Função da Operação em Sobretensões Permanentes - Sérgio Ricardo Barbosa. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD118** - Desenvolvimento de um Sistema Computacional de Monitoramento On-line, via WEB, de Descargas Atmosféricas - Armando Cazetta Filho. Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**PSD119** - Conjunto Motogeradores de Eletricidade Usando Motores de Combustão Interna Movidos a Álcool Hidratado - André Martins Carvalho. Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

**PSD120** - Fundação Helicoidal - Márcio Elízio da Rocha Pereira. Parceiro: Vercon Industrial Ltda.

**PSD122** - Investigação do Comportamento do Concreto e de Calda de Cimento em Contato com Rochas Sulfetadas - Maria Cecília Novaes Firmo Ferreira. Parceira: Engenharia de Concreto e Solos Ltda.

**PSD123** - Sistema de Geração de Energia com Motor Stirling - André Martins Carvalho. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**PSD124** - Desenvolvimento de um novo modelo de análise de carregamento em redes de distribuição de MT e BT - Pablo Senna Oliveira. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD125** - Concepção e Desenvolvimento de Novas Tecnologias para Aplicação de Sistemas de Detecção e Localização de Tempestades (SLTs) nas Etapas de Projeto, Manutenção e Planejamento da Operação do Sistema Elétrico - Armando Cazetta Filho. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD126** - Desenvolvimento de Sistema para Verificação de Exatidão de TPs e TCs em Operação com Isolação para 15 kV - Adelino Leandro Henriques. Parceira: Conprove Engenharia Ltda.

**PSD127** - Processamento de silício para fabricação de células solares de baixo custo - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz. Parceiros: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Minas Gerais.

**PSD128** - Desenvolvimento de Metodologia e Software para Análise dos Parâmetros que Determinam a Disponibilidade de Luz Natural para Fins de Faturamento da Iluminação Pública - Mara Amorim de Souza Carmo Carvalho. Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD129** - Desenvolvimento de Metodologia e Aplicativo Computacional para Definição da Proteção contra Sobretensões em Redes Secundárias devido a Descargas Atmosféricas - José Vicente Pereira Duarte. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD130** - Desenvolvimento e Qualificação de Materiais Resistentes à Cavitação e Análise de Viabilidade de seu Uso na Recuperação de Rotores de Turbinas Hidráulicas - Carlos Aloysio Costa Diniz. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD131** - Otimização Monocritério e Multicritério da Configuração de Redes em Sistemas de Distribuição, Considerando-se a Reação dos Sistemas de Potência - Roberto Coelho de Berrêdo. Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**GT132** - Desenvolvimento de Metodologias e Pesquisas no Ecossistema e em Plantas de Usinas Hidrelétricas para Controle do Mexilhão Dourado - Maria Edith Rolla. Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

**PSD134** - Nova Concepção de Estruturas para Rede de Distribuição Rural - RDR - Inês Maria Faria Dângelo Baeta. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD136** - Desenvolvimento de Nova Metodologia para Determinação de Carregamentos Temporários e de Curta Duração de Linhas de Transmissão - Helder Lara Ferreira e Sérgio Ricardo Barbosa. Parceira: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**PSD137** - Desenvolvimento de Equipamento para Teste e Diagnóstico Básico de Transformadores de Distribuição para Poste com Proteção Operada, sem Desconexão da Rede de BT - Eivaldo Costa Couto. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD140** - Desenvolvimento de Metodologia para Prospecção de Projetos e Avaliação de Investimentos em Iluminação Eficiente (i-Lumina) - Eduardo Carvalhaes Nobre. Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

**GT141** - Produção de Biodiesel para Geração de Energia Elétrica em Microturbinas e Motores Estacionários - André Martins Carvalho. Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

**GT142** - Estudos sobre o Comportamento dos Grupos Geradores de Centrais Hidrelétricas Operando sob Diferentes Modos Operativos e sua Influência na Ictiofauna - João de Magalhães Lopes. Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal de Itajubá (Unifei); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD143** - Desenvolvimento de uma Ferramenta Computacional para Análise de Investimentos de Transmissão e Distribuição Considerando Risco e Incerteza em Sistemas Elétricos de Potência - Valério Oscar de Albuquerque. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**PSD144** - Cianobactérias e Cianotoxinas em Reservatórios de Minas Gerais - João de Magalhães Lopes. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD145** - Nova Abordagem para a Determinação da Expectativa de Vida Útil de Transformadores - Adriana de Castro Passos. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD148** - Seccionador Móvel 500 kV com Acionador Remoto - Geraldo Magela Gontijo. Parceiras: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**PSD150** - Metodologia de Planejamento Ótimo do Sistema Elétrico Considerando os Riscos e as Incertezas Associadas ao Processo - Cleber Esteves Sacramento. Parceiros: Universidade Federal de Itajubá (Unifei); Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ); Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel); Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Portugal (Inesc).

**GT151** - Desenvolvimento de Metodologia para Determinação da Vida Útil de Cabos Condutores Utilizados em Linhas Aéreas de Subtransmissão e Transmissão de Energia Elétrica - Beline Quintino de Araújo Fonseca. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD152** - Desenvolvimento de Modelos Estáticos de Carga para Utilização nos Programas Digitais de Análise de Sistemas Elétricos de Potência - Anderson Neves Cortez. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**PSD153** - Desenvolvimento de Metodologia para Análise do Efeito Corona sobre Condutores e Isolantes do Sistema de Transmissão e Distribuição de Energia - German Edson Guimarães. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**GT157** - Desenvolvimento de Novos Critérios para Análise de Desempenho de Linhas de Transmissão Baseado nas Perdas de Carga por Afundamentos de Tensão - Jeder Francisco de Oliveira. Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

**GT158** - Desenvolvimento de um Sistema Especialista para Avaliação de Impactos Ambientais - Roberto Maychel Soares da Silveira. Parceiros: Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável (CBCN); Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**PSD159** - Estudo Regionalizado da Ação do Vento no Balanço de Cadeias de Isoladores para Projeto de Coordenação de Isolamento de Linhas Aéreas de Transmissão - Maurissone Ferreira Guimarães. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD160** - Ferramenta para Seleção de Corredor de Linha Aérea de Transmissão Utilizando Inteligência Computacional e Geoprocessamento aplicada ao Sistema Elétrico - Adevaldo Rodrigues de Souza. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD161** - Ferramenta Computacional para Avaliação da Margem de Carga e Segurança de Tensão em Sistemas de Potência - Valério Oscar de Albuquerque. Parceira: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei).

**PSD162** - Aplicação do Modelamento da Camada Limite Atmosférica na Ampacidade de Linhas Aéreas de Transmissão - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD164** - Gateway para Integração de Sistemas de Medição - Flávio Henrique Martins Vieira. Parceiros: Senergy Sistemas de Medição; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD165** - Investigação do Comportamento de materiais poliméricos para fins de aplicação em sistemas elétricos de potência - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins. Parceiro: UFMG.

**PSD168** - Metodologia para Determinação do Carregamento Admissível de Transformadores de Distribuição Baseado no Modelo Térmico e no Envelhecimento do Papel Isolante - Eivaldo Costa Couto. Parceiros: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**PSD169** - Tecnologia de Processamento de imagens termográficas para aplicações em ambiente de subestações de energia - Nilton Soares da Silva. Parceiro: UFMG.

**P&D170** - Protótipo para Monitoramento e Diagnóstico Automático de Falhas em Pára-raios, incluindo os de carboneto de silício, utilizando técnicas de sistema de infravermelho - Nilton Soares da Silva. Parceiro:UFMG.

**P&D171** - Desenvolvimento de Programa de Cálculo Automático de Curto -Circuito e coordenação da proteção de média tensão utilizando interface gráfica geograficamente real - Alexandre Sales Braz. Parceiro: UFMG.

**P&D172** - Desenvolvimento de um Padrão Portátil de Baixo Custo para Inspeção e Verificação de Medidores de Energia Elétrica em Campo - Adelino Leandro Henriques. Parceiras: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Nansen S.A. - Instrumentos de Precisão.

**P&D173** - Sistema de localização de faltas para redes e linhas de distribuição - Heitor Martins Veloso. Parceiro: UFMG.

**P&D174** - Sistema inteligente de baixo custo para controle integrado de cargas elétricas – CICA-E - Davidson Andreoni Rocha. Parceiros: UFMG; CEFET-MG.

**P&D175** - Otimização de Controle de Tensão em Sistemas de Distribuição - Roberto Coelho de Berrêdo. Parceiros: Concert Technologies; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

**GT176** - Pesquisa sobre as interações entre o regime pluvial e o regime de escoamento das sub-bacias de drenagem para o reservatório da UHE -Camargos - Cemig"- Rafael Augusto Fiorine. Parceiro: UFLA.

**GT177** - Diagnóstico de desgastes por cavitação em turbinas hidráulicas - Pedro Alberto Castello Branco. Parceiros: Sá Carvalho S/A; UFMG.

**GT178** - Desenvolvimento de uma Central de Diagnóstico de Equipamentos de subestações da transmissão da Cemig, utilizando técnicas de inteligência computacional - Davidson Geraldo Ferreira. Parceiros: UFMG; PUC-MG.

**P&D179** - Desenvolvimento de Metodologia para Estudo e Aplicação da Teoria dos Leilões na CEMIG - Marcus Vinícius de Castro Lobato (CV/AR). Parceira: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei).

**P&D180** - Equipamento para automação de redes de distribuição subterrâneas com secundário reticulado - Christian Luiz de Castro. Parceiro: PUC-MG.

**GT181** - Produção de Hidrogênio por Processo Eletrolítico e Reforma de Etanol, em Alto Grau de Pureza para Utilização como Vetor Energético no Laboratório da UTE Igarapé da CEMIG - Cláudio Homero Ferreira da Silva. Parceira: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

**P&D182** - Monitoramento e Inspeção de Sistemas Elétricos de Potência Utilizando Veículo Aéreo Não Tripulado - Maurício de Souza Abreu. Parceira: Fundação para Inovações Tecnológicas (Fitec).

**D183** - Avaliação experimental de sistemas de aquecimento solar distrital para comunidades isoladas - Modelo de sustentabilidade - Virgílio Almeida Medeiros. Parceiro: PUC-MG.

**P&D184** - Comprovação Experimental de Metodologia de Avaliação de Transformadores de Potência em Situações de Operação Envolvendo Sobretensionamento e Sobrecarga - Sérgio Ricardo Barbosa. Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**GT185** - Geração termelétrica descentralizada para o setor siderúrgico - Carlos Renato França Maciel. Parceiros: Usina Termelétrica Barreiro S.A.; PUC-MG.

**P&D186** - Desenvolvimento de Metodologia de Decisão na Comercialização de Energia Elétrica - Clara Márcia Henriques de Almeida Vilela. Parceira: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei).

**GT188** - Controle da drenagem ácida em barragens de terra e enrocamento utilizando geossintéticos - Reginaldo Araújo Machado. Parceiro: Universidade Federal de Ouro Preto.

**P&D190** - Construção de um Sistema Otimizado Integrado de Concentradores Cilíndrico-Parabólicos e Rastreador Solar - Alexandre Heringer Lisboa. Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

**GT192** - Tomada de decisão na escolha da configuração ótima de feixes de condutores para linhas aéreas de transmissão - Pedro Guimaraes Giorni. Parceiro: UFMG.

**D 194** - Avaliação das opções tecnológicas para a geração de eletricidade a partir do lixo urbano e poda de árvores - Virgílio Almeida Medeiros. Parceiros: Universidade Federal de Itajubá; Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria.

**GT195** - Modelo de transformadores de potência preciso para uma ampla faixa de frequência - Angélica da Costa Oliveira Rocha. Parceiro: COPPE / UFRJ.

**GT196** - Desenvolvimento de metodologias para revegetação e recobrimento vegetativo no controle de erosão em taludes de corte de declividade acentuada - Rodrigo Avendanha Liboni. Parceiros: Centro Brasileiro para Conservação da Natureza; Universidade Federal de Viçosa.

**GT198** - Avaliação ambiental do Rio Paraibuna à jusante do reservatório da PCH de Paciência, após as descargas de fundo - Maria Edith Rolla. Parceiros: Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN); Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC.

**GT199** - Metodologia não destrutiva para avaliação da integridade estrutural de vasos cerâmicos pressurizados - Francisco José Magalhães. Parceiro: PUC-MG.

**GT200** - Desenvolvimento de tecnologia para avaliação de características natatórias da ictiofauna migradora brasileira - João de Magalhães Lopes. Parceiro: UFMG.

**GT201** - Desenvolvimento de metodologia para busca das condições ideais de aplicação de equipamentos de proteção e controle no sistema elétrico - Weber Melo de Sousa. Parceiro: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa.



**GT202** - Sistema de previsão de descargas atmosféricas com dois dias de antecedência - Ruibran Januário dos Reis. Parceiro: Sociedade Mineira de Cultura.

**GT203** - Desenvolvimento de Metodologia de Determinação de Vazão Ecológica por Bioindicadores - Marcelo de Deus Melo. Parceiro: UFMG.

**GT204** - Desenvolvimento de Sistema Computacional para Caracterização Automática e Identificação de Erros em Registros Oscilográficos - Weber Melo de Sousa. Parceiro: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa.

**GT205** - Desenvolvimento de Sistema de Previsão de Vazões com Base na Integração de Sistema de Telemetria a Modelos Hidrológicos e de Previsão Climática - Guilherme Rodrigues de Paula Chiari. Parceiros: Fundação de apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Sociedade Mineira de Cultura.

**D206** - Desenvolvimento de uma nova metodologia baseada na Teoria de Opções Reais para suportar as decisões de investimentos em empresas do Setor Elétrico - Valério Oscar de Albuquerque. Parceiro: Universidade Federal de Itajubá.

**GT207** - Desenvolvimento de Metodologia para a Quantificação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios Hidrelétricos - Ricardo Prata Camargos. Parceiro: UFMG.

**GT208** - Desenvolvimento de técnicas de reprodução e larvicultura de siluriformes na Estação de Piscicultura de Volta Grande - João de Magalhães Lopes. Parceiros: Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro; Sociedade Mineira de Cultura.

**D209** - Projeto e Desenvolvimento de um Restaurador Dinâmico de Tensão extensão - Jorge Luiz Teixeira. Parceiro: UFMG.

**D210** - Desenvolvimento de Modelos e Métodos para Otimização da Expansão do Sistema de Distribuição de Média Tensão - Saad do Carmo Pereira Habib. Parceiros: Instituto de Pesquisa em Sistema de Informação e Decisão; PUC - MG.

**D211** - Desenvolvimento de ferramenta computacional para simulação do comportamento dinâmico de relés de duas ou mais grandezas - Júlio César Marques de Lima. Parceiro: UFMG.

**D212** - Desenvolvimento de uma metodologia para planejamento das inspeções de baixa, média e alta tensão com objetivo de otimizar a recuperação de perdas não técnicas -Adelino Leandro Henriques. Parceiro: Universidade Federal de Itajubá.

**D213** - Desenvolvimento de metodologia de descontaminação de Solos Impregnados por Óleo Mineral Isolante - Flávio da Costa Santos. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**D214** - Desenvolvimento de Metodologia Utilizando Técnica de Medição Direta para Modelagem de Cargas do Sistema - Marcelo Batista do Amaral. Parceiros: Universidade Federal de Juiz de Fora.

**D215** - Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Otimização e Melhoria da Confiabilidade dos Processos de Operação e Manutenção da Distribuição através da Supervisão e Análise dos Índices de Qualidade do Serviço - Afonso Ferreira Ávila. Parceiros: Universidade Federal de Itajubá; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

**D217** - Sistema de Proteção da Receita Baseada em Redes Neurais Artificiais - Interface com WGOI - Adelino Leandro Henriques. Parceiros: SENERGY Sistemas de Medição S/A; UFMG.

**D218** - Desenvolvimento de um Equipamento para Detecção e Localização On Line de Furto de Cabos e Equipamentos - Márcio José do Prado. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**D221** - Sistema de Monitoramento de Subestações - Pesquisa Aplicada - Marcelo Alexandre Costa. Parceiros: UFMG; PUC-MG.

**D222** - Desenvolvimento de um "relé inteligente" para proteção de bancos de capacitores 138 kV - configuração estrela-aterrada - Marisa Lages Murta. Parceiro: UFMG.

**D223** - Desenvolvimento e otimização de modelos de camada limite atmosférica para aplicação em projeto de linhas aéreas - Carlos Alexandre Meireles Nascimento. Parceiro: UFMG.

**D224** - Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Análise de Afundamento de Tensão Aplicada ao Planejamento da Expansão - Tiago Vilela Menezes. Parceiro: UFMG.

**D225** - Desenvolvimento de Modelagem de Aterramentos Elétricos considerando a variação dos parâmetros do solo com a frequência para determinação do desempenho de linhas de Transmissão frente a descargas atmosféricas - Sandro de Castro Assis. Parceiro: CEFET - MG.

**D227** - Desenvolvimento de Modelo de Transferência de Tecnologias a Empresas da Cadeia Produtiva do Setor Elétrico - Maria Zuleila C R Campos. Parceiros: PUC-MG; Fundação Dom Cabral.

**GT228** - Aplicações de Nanotubos de Carbono em Membranas de Troca Protônicas para Células Combustíveis - Cláudio Homero Ferreira Silva. Parceiro: UFMG.

**GT230** - Concreto Laminar Envelopado - Márcio Elízio da Rocha Pereira. Parceiro: UFMG.

**GT231** - Unidade geradora de indução - uma alternativa para a geração distribuída em PCHs - Luís Eduardo Ribeiro Rosa. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**GT232** - Desenvolvimento de Membrana Polimérica para Célula a Combustível - Cláudio Homero Ferreira Silva. Parceiro: UFMG.

**D234** - Desenvolvimento de centrais eólicas adaptadas às condições de vento do estado de Minas Gerais - Bruno Marciano Lopes. Parceiro: UFMG.

**D235** - Metodologia para Melhoria da Confiabilidade da Termografia em Sistemas de Distribuição - Henrique Eduardo Pinto Diniz. Parceiro: UFMG.

**D236** - Desenvolvimento de Metodologia de Otimização de Alocação de Fontes de Potência Reativa em Sistemas de Distribuição - Whester Jubert de Araújo. Parceiros: PUC-MG.

**D237** - Avaliação teórico-experimental da gaseificação de biomassa para o acionamento de células a combustível de óxido sólido (SOFC) - Virgílio Almeida Medeiros. Parceiro: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá.

**D238** - Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise de Ressarcimento de Equipamentos Eletroeletrônicos Novos e Usados, associados aos distúrbios na rede elétrica da CEMIG, testando dispositivos mitigadores - Jonmil Marques Borges. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**D240** - Detecção de Falhas de Alta Impedância em Linhas de Distribuição -Eduardo Miguel Raposo. Parceiro: Fundação Educacional Montes Claros.

**D241** - Desenvolvimento de Software para Conversão Automática de Diagramas de Operação de Subestações em Quadros Sinóticos e Base de Dados Digitalizada - Bernadete Maria Mendonça Neta. Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda.; UFMG.

**D242** - Análise de Impactos de Interações Setoriais e Espaciais sobre Demanda de Energia Elétrica no Mercado CEMIG - Regina Fatima Jorge Dagher Ravinet. Parceiro: Universidade Federal de Juiz de Fora.

**D243** - Sistema de Gestão de Postes de Madeira em Linhas de Distribuição e Transmissão: definição de critérios de inspeção e análise de risco de falha -Nilton dos Santos Filho. Parceiro: IPT- SP.

**D244** - Estudo de fendilhamento em postes de eucalipto - Júlio César Santos Ventura. Parceiro: IPT- SP.

**D245** - Metodologia Probabilística e Software para o Dimensionamento Ótimo de Reserva Técnica de Equipamentos de Subestação - Leonardo Labarrere de Souza. Parceiro: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá.

**D247** - Sistema de Leitura de Unidades Consumidoras com Impedimento de Acesso (Casa Fechada) - Flávio Henrique Martins Vieira. Parceiros: CEFET-MG; SENERGY Sistemas de Medição S/A.

**D248** - Desenvolvimento de Métodos e Ferramentas Computacionais de Tomada de Decisões para Apoio à Gestão Estratégica nas Empresas de Energia Elétrica - Iguatinnan G Monteiro. Parceiro: PUC-MG.

**D249** - Testador de sanidade de cruzetas de madeira - Luciano Magno da Silva. Parceiros: KN Center; Universidade Federal de Uberlândia.

**D250** - Desenvolvimento de coletores solares para altas temperaturas (tecnologia Tubo de calor) - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceiro: Enalter Engenharia Ind e Com Ltda.

**D251** - Projeto de Tecnologia de Medição de Energia Térmica em Processos Híbridos (venda de água quente) - José Carlos Ayres de Figueiredo. Parceiro: Enalter Engenharia Ind e Com Ltda.

**D252** - Utilização da Bobina de Petersen no Aterramento do Neutro dos Transformadores das Subestações de Distribuição em Sistema com Neutro Multi-aterado - Afonso Ferreira Ávila. Parceiro: UFMG.

**D255** - Desenvolvimento de um Religador Automático para operação em redes de Baixa Tensão - Pablo Senna Oliveira. Parceiro: UFMG.

**D256** - Desenvolvimento de soluções tecnológicas alternativas para eletrificação rural no contexto da universalização do atendimento da energia e do freqüente furto de condutor neutro - Marcelo Roger da Silva. Parceiro: UFMG.

**D257** - Desenvolvimento de sistema computacional para a elaboração de projetos de redes rurais utilizando técnicas de sensoriamento remoto e inteligência computacional - Roberto Coelho de Berrêdo. Parceiro: UFMG.

**D259** - Desenvolvimento de um Sistema Computacional para Qualificação de Faltas em Sistemas de Energia Baseado na Análise Harmônica e Inteligência Computacional - Thomaz Giovani Akar de Faria. Parceiro: UFMG.

**D262** - Desenvolvimento de seccionalizador eletrônico eletrônico monofásico -Erivaldo Costa Couto. Parceiro: ENGELQ - Engenharia Elétrica e Química Ltda.

**D263** - Monitoramento e Controle Contínuos a Baixo Custo de Unidades de Refrigeração Industriais - Davidson Andreoni Rocha. Parceiro: UFMG.

**D264** - Cabeça-de-Série: Aplicação de Tecnologias de Monitoramento em Tempo Real para Aumentar a Capacidade de Transmissão em Linhas Aéreas Desenvolvidas no Brasil. (P&D084 e P&D110) - Carlos Alexandre Meireles Nascimento. Parceiro: Universidade Federal de Juiz de Fora.

**D265** - Desenvolvimento de um Protótipo, Denominado Módulo Portátil, para Proteção dos Sistemas Elétricos em Subestações - Marcus Augustus Alves Ferreira. Parceiro: Universidade Federal de Juiz de Fora.

**D266** - Sistema Inteligente de Vídeo-Monitoramento de Subestações para Operação e Segurança Patrimonial - Cristina de Almeida Dias. Parceiro: CONCERT.

**D268** - Sistema Retificador Microprocessado de Alto Desempenho - Gilberto Pereira Cortes. Parceiro: Orteng Equipamentos e Sistemas LTDA.

**D269** - Procedimentos para o ilhamento de usinas de médio e pequeno portes em sistemas elétricos de distribuição - Bruno Viana Santos Santana. Parceiro: Universidade Federal de Itajubá.

**D270** - Medição da impedância de aterramento de "pés de torres" de linhas de transmissão utilizando ondas impulsivas - Gernan Edson Guimarães. Parceiro: UFMG.

**D271** - Sistema para detecção automática de anormalidades a partir de vídeos termais obtidos com VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) - Maurício de Souza Abreu . Parceiro: Fundação para Inovações Tecnológicas - FITEC.

**D272** - Inclusão Digital Utilizando Tecnologia Power Line Communication de Banda Larga e Tecnologias Complementares - Bruno Marciano Lopes. Parceiro: UFMG; FITEC.

**D273** - Desenvolvimento de sistema frigorífico por absorção de vapor, acionado por energia solar, para aplicação em comunidades rurais - Virgílio Almeida Medeiros. Parceiros: Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria; Universidade Federal de Engenharia de Itajubá.

**D274** - Desenvolvimento de um Protótipo de Janela Inteligente para Edificações - Bruno Marciano Lopes. Parceiros: A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC.

**D275** - Pirólise de lixo para produção de Bio-óleo e carvão - Virgílio Almeida Medeiros. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**GT278** - Desenvolvimento de ferramenta computacional em plataforma SSCD para flexibilizar as inequações operativas da Rede Básica da Cemig através da adoção de limites térmicos dinâmicos – LTD - Rodnei Dias dos Anjos. Parceiros: Universidade Federal de Itajubá; PUC MG.

**GT279** - Sistema de Beneficiamento de Sedimentos da Hidrelétrica de Rio de Pedras - Guilherme Rodrigues de Paula Chiari. Parceiro: UFMG.

**GT280** - Gerenciamento supervisionado de invasões nas faixas de servidão de linhas de transmissão - Dimas Carneiro de Miranda. Parceiros: Contrel Engenharia; Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia.

**GT281** - Localizador de falta à terra em circuitos de corrente contínua - Jair Vieira Tavares Júnior. Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia.

**D285** - Cabeça-de-Série: Condutores Compactos Desenvolvidos no Brasil - Aplicação Real - Edino Barbosa Giúdice Filho. Parceiro: UFMG.

**GT288** - Análise Experimental e Otimização de Reformadores a Vapor de Etanol - Cláudio Homero Ferreira Silva. Parceiros: Universidade Federal de Uberlândia; Usina Termelétrica Barreiro S.A..

**GT289** - Desenvolvimento de Metodologia para Avaliação de Impactos da Eficiência Energética em Comunidades Rurais Visando o Desenvolvimento Sustentável - Acáz Ferreira Martins. Parceiro: UFMG, Associação Mineira de Defesa do Ambiente.

**GT290** - Avaliação de sistemas de geração distribuída utilizando biodiesel - Acáz Ferreira Martins. Parceiro: A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC.

**GT291** - Produção de um protótipo de pilha a combustível de óxido sólido com potência de geração de 1 kW - Cláudio Homero Ferreira Silva. Parceiro: UFMG.

**GT292** - Desenvolvimento de Motor de Combustão Interna Alimentado a Hidrogênio para Aplicação Estacionária e Veicular - Cláudio Homero Ferreira Silva. Parceiro: PUC-MG.

**GT293** - Modelagem do Arco Elétrico Devido a Faltas em Sistemas Elétricos e Cálculo Computacional de seus Efeitos Térmicos - Francis Albert Fonseca Nascimento. Parceiro: UFMG.



# FILME EM MINAS

AQUI, O QUE ACONTECE ATRÁS DAS  
CÂMERAS É SUCESSO NACIONAL.



Criado pelo Governo de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Cultura, e com patrocínio da Cemig, o Filme em Minas é o Programa que reconhece e incentiva a produção audiovisual em Minas Gerais.

Utilizando recursos das leis federais de incentivo à cultura, o Programa estimula a pesquisa e o uso de novas linguagens e formatos na tradução da diversidade e dos valores da nossa cultura.

Reconhecendo a inovação, a criatividade e a técnica das produções, o Filme em Minas valoriza as mais diversas formas de expressão audiovisual contemporâneas. Além do Filme em Minas, a Cemig ainda patrocina os principais festivais mineiros de audiovisual, levando para as telas o melhor da cultura de Minas.

**CEMIG**  
A Melhor Energia do Brasil.

 **GOVERNO  
DE MINAS**





- 2011
- 2010
- **2009**
- 2008
- 2007
- 2006
- 2005
- 04
- 03
- 02

**Nosso desenvolvimento tem sido natural: quanto mais crescemos, mais responsabilidade assumimos.**

Para a Cemig, sustentabilidade é acreditar que, com investimentos, responsabilidade social e respeito ao meio ambiente, é possível desenvolver e superar desafios.

Por isso, mesmo consciente da incerteza e instabilidade do atual cenário econômico, reafirmamos nosso compromisso de investir em Minas e no Brasil.

Afinal, somos uma Empresa que se esforça para atingir o crescimento sustentável e agregar valor aos nossos acionistas e clientes. É assim que a Cemig trabalha: gerando, transmitindo e distribuindo bem-estar social por onde passa.

Melhor Empresa do Ano - 3º Prêmio Brasil Meio Ambiente.

