

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



Informativo do Programa de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig • 2008 • nº 4

GESTÃO TECNOLÓGICA MEIO AMBIENTE
GERAÇÃO TRANSMISSÃO DISTRIBUIÇÃO
FONTES ENERGÉTICAS PROJETOS



GESTÃO TECNOLÓGICA

Gestão Integrada

O estado da arte da inovação tecnológica

6



NOVAS FONTES ENERGÉTICAS

Energia fotovoltaica

Presença garantida nas cidades e no campo

10

Energia solar

Bem-vinda às cidades também

12



MEIO AMBIENTE

Combate às queimadas

A força de Sansão

16

Recarga de aquíferos

Um desafio para garantir o futuro

18



GERAÇÃO

Mais energia

Água usada nos mecanismos de transposição de peixes pode ser aproveitada

22



TRANSMISSÃO

Aterramento

Desempenho de Linhas de Transmissão frente a descargas atmosféricas

26



DISTRIBUIÇÃO

Transformadores monitorados on line

Inteligência a favor da prevenção de falhas

30

Previsão de carga

Informações on line para melhorar a operação do sistema elétrico

33

Subestações

Mesmo distantes, elas podem ser monitoradas

35

Medição com Transformadores para Instrumentos

Equipamento ajuda na garantia de leitura precisa dos dados

37

Capacidade ampliada

Linhas de Transmissão estão mais eficientes

40

PROJETOS APROVADOS

45





A Melhor Energia do Brasil.

Sede da Cemig, em Belo Horizonte.



Diretoria

Presidente:

Djalma Bastos de Moraes

Vice-presidente:

Djalma Bastos de Moraes

Diretor de Planejamento, Projetos e Construções:

José Carlos de Mattos

Diretor de Distribuição e Comercialização:

José Maria de Macedo

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

Luiz Fernando Rolla

Diretor de Gestão Empresarial:

Marco Antonio Rodrigues da Cunha

Diretor de Geração e Transmissão:

Fernando Henrique Schüffner Neto

Diretor Comercial:

Bernardo Afonso Salomão de Alvarenga

Pesquisa & Desenvolvimento Tecnológico

Informativo de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig

Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas

Luiz Carlos Leal Cherchiglia

José Henrique Diniz - Consultor

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

Textos e Edição

Júnia Carvalho

Revisão

Tucha

Projeto Gráfico e Editoração

É editora!

Fotografia

Eugenio Paccelli

Impressão

Esdeva Indústria Gráfica S/A

Tiragem

15 mil exemplares



FOCO NO FUTURO

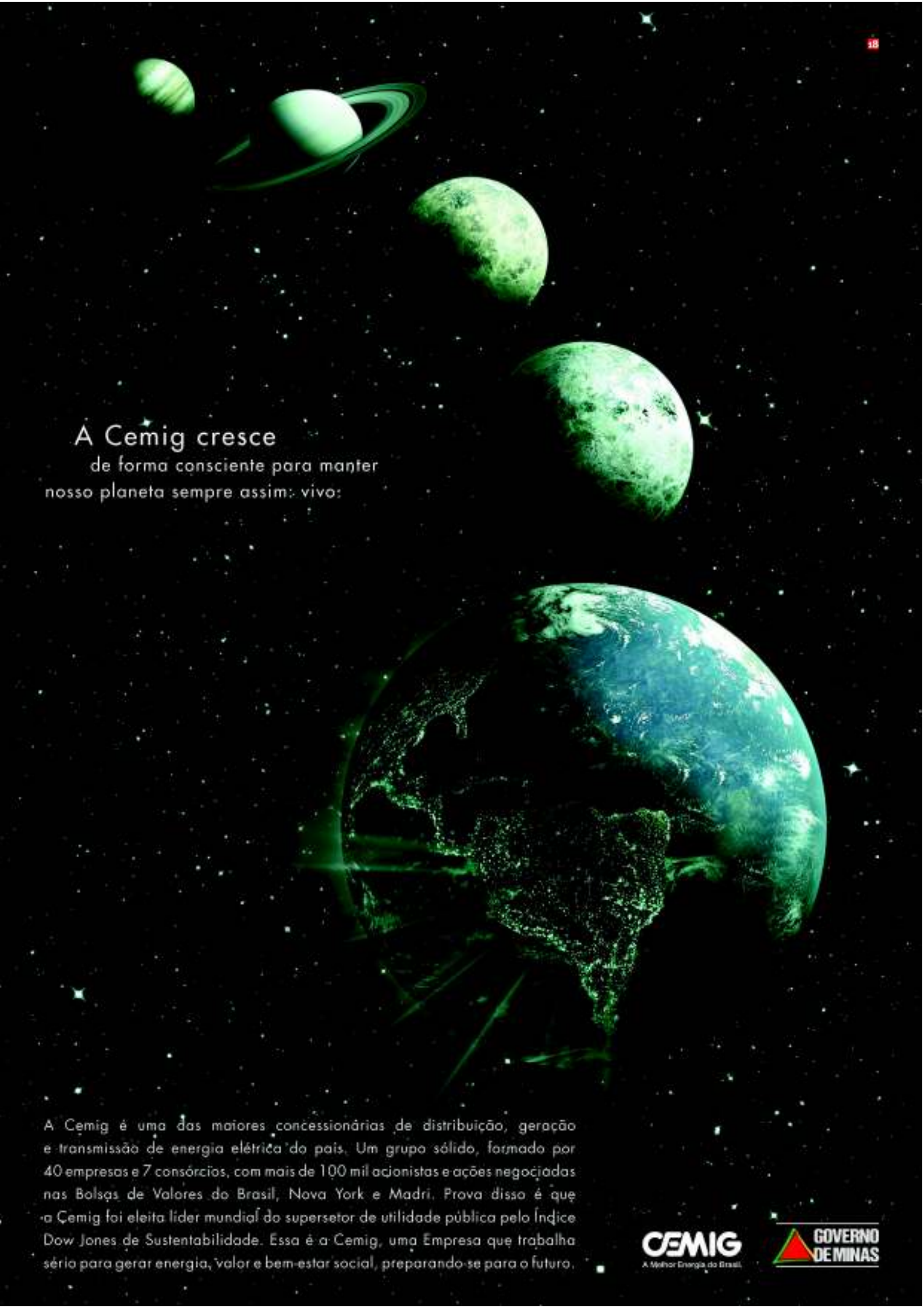
A Cemig foi selecionada, pelo oitavo ano consecutivo, para integrar a lista de empresas do Dow Jones Sustainability World, edição 2007/2008, e eleita Líder Mundial do Supersector de Utilities, que engloba concessionárias de energia elétrica, distribuição de gás, saneamento e outros serviços essenciais. O mérito reflete, dentre outros aspectos, o esforço de todas as empresas do grupo Cemig, que vêm trabalhando unidas no sentido de utilizar alta tecnologia, fontes renováveis e materiais naturais para prestar um serviço que prime pela excelência, redução de custos e respeito à natureza priorizando a qualidade de vida e o atendimento às necessidades da população.

Tais princípios estão cada vez mais consolidados nas diretrizes da tecnologia, da engenharia, do planejamento, das finanças, da arquitetura, do design e de tantas outras áreas de conhecimento da Empresa. São desafios permanentes, que somente poderão ser superados com eficiência energética, consciência ecológica, combate ao desperdício e com a contribuição eficaz da tecnologia, aliando técnica com responsabilidade socioambiental e fortalecendo um novo conceito: a energia inteligente.

A Cemig tem se mobilizado, de maneira especial, por atuar estrategicamente nesse sentido. Todos sabem que a tecnologia é essencial para buscar formas sempre mais avançadas de melhorar a qualidade de vida do homem, do planeta e das gerações futuras. A energia é empregada intensivamente em tudo o que se faz, sendo necessário usá-la de forma inteligente e eficiente para aumentar-lhe a disponibilidade e preservar o meio ambiente sem desperdícios. Mais do que isso, é preciso disseminar a idéia de que a cultura de racionalização do uso de energia contribui positivamente tanto para nossos empregados e consumidores, quanto para a produtividade e a competitividade da Empresa e para ampliar o desenvolvimento econômico do País.

A confiança e a satisfação dos nossos consumidores dependem substancialmente da conquista desses parâmetros de atuação. E é essa aprovação, juntamente com o respeito às comunidades onde atuamos e à consciência ambiental, que nos garante a credibilidade perante nossos investidores e acionistas. Isso é promover o desenvolvimento sustentável.

Djalma Bastos de Morais
Diretor Presidente



A Cemig cresce
de forma consciente para manter
nosso planeta sempre assim: vivo:

A Cemig é uma das maiores concessionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica do país. Um grupo sólido, formado por 40 empresas e 7 consórcios, com mais de 100 mil acionistas e ações negociadas nas Bolsas de Valores do Brasil, Nova York e Madri. Prova disso é que a Cemig foi eleita líder mundial do setor de utilidade pública pelo Índice Dow Jones de Sustentabilidade. Essa é a Cemig, uma Empresa que trabalha sério para gerar energia, valor e bem-estar social, preparando-se para o futuro.

CEMIG
A Melhor Energia do Brasil.

**GOVERNO
DE MINAS**

A close-up, low-angle photograph of a blue printed circuit board (PCB) under a blue light. The board is populated with various electronic components, including integrated circuits, resistors, and capacitors. White labels are printed on the board, identifying components such as CB6, L4, R21, R22, R23, R24, U2, R26, R29, C21, and R25. A central component is labeled with '16 U2 9'. The board is connected to a multi-pin connector at the top, with several wires extending upwards. The overall aesthetic is technical and futuristic.

GESTÃO TECNOLÓGICA

GESTÃO INTEGRADA

O estado da arte da inovação tecnológica

Não é mais possível pensar o mundo sem tecnologia. Ela avança cada vez mais como vertente estratégica do conhecimento, da economia, da prestação de serviços e, sobretudo, da garantia de sustentabilidade para a geração atual e as futuras. Exatamente por isso, a gestão da inovação tecnológica é tão importante e vem sendo integrada ao planejamento estratégico das grandes empresas. Ela deve perpassar todas as áreas e unidades das organizações, gerando diferenciais em produtos, processos e estruturas, além de custos otimizados e vantagens competitivas em relação aos desafios do mercado global.

Para a Cemig, praticar a gestão tecnológica implica o estabelecimento de estratégias que viabilizem inovações adequadas aos seus negócios, via programa de Pesquisa e Desenvolvimento. A Empresa tem investido na inovação de equipamentos, processos, metodologias e no desenvolvimento de competências cada vez mais específicas. Tudo para ampliar sua competitividade e excelência, mantendo-se na vanguarda do mercado e entregando aos consumidores “a melhor energia do Brasil”.

Gestão integrada

Desde 1999, a Cemig adotou uma metodologia de formulação de estratégias tecnológicas alinhadas às suas diretrizes empresariais. Denominada “Gestão Estratégica de Tecnologia”, nessa metodologia buscou-se fazer com que a tecnologia – nela incluídas pesquisa, desenvolvimento, capacitação, inovação, melhoria de procedimentos e produtos – permanecesse em consonância com os resultados que desejava obter.

A partir de 2003, a Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas

desenvolveu um projeto, dentro do Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D), para criar um Sistema Integrado de Gestão Estratégica da Tecnologia e da Inovação. Ele dá ênfase às especificidades como: gestão do conhecimento; capacitação e domínio tecnológico; desenvolvimento de parcerias; análise estratégica e auditoria tecnológica; análise do portfólio de projetos de P&D; acompanhamento e avaliação de efetividade da pesquisa, desenvolvimento e inovação; bem como a criação de sistemas de informação tecnológica.

“Do ponto de vista do planejamento estratégico, o projeto aborda a dinâmica tecnológica na busca da adequação dos projetos de P&D, conforme necessidades e disponibilidades da Cemig”, explica Luiz Carlos Cherchiglia, titular da gerência de Gestão Tecnológica da Cemig.

Para ele, o sistema vai otimizar a gestão, permitindo melhor coordenação e controle dos projetos e processos tecnológicos, sempre em busca de que estes sejam implantados e atinjam seus objetivos nos prazos predefinidos.

Segundo o gerente, novas tecnologias podem ser descobertas ou aplicadas por qualquer área da Empresa, via desenvolvimento de processos, metodologias, softwares ou mesmo desenvolvimento ou aquisição de novos equipamentos. Os programas anuais de P&D são uma das formas de fazer inovação. Outra é a aquisição de novas tecnologias. “No caso da Cemig, trabalhamos com um mix entre esses dois caminhos”, afirma Cherchiglia.

Gaps

A Cemig utiliza a metodologia do Balanced Scorecard (BSC), ferramenta de gestão que

permite a tradução da visão de futuro da organização em objetivos estratégicos bem definidos. No BSC, a gestão da inovação tecnológica está representada por meio da identificação dos gaps tecnológicos na Empresa. Gap tecnológico é o distanciamento de determinada tecnologia frente às melhores práticas tecnológicas mundiais, bem como em relação ao setor elétrico nacional.

“Estamos construindo essa metodologia”, afirma José Henrique Diniz, superintendente de Tecnologia e Alternativas Energéticas da Cemig. “Para identificá-los, a Cemig criou seis grupos temáticos de inovação (veja quadro nesta matéria), divididos em temas focais, com o objetivo de definir quais tecnologias existem em cada um deles, onde estão as ameaças e qual tecnologia deve ser mais adequada ao negócio, o que chamamos de auditoria tecnológica”, completa o superintendente. “Com base nesses gaps e nas estratégias empresariais, vamos estabelecer o posicionamento tecnológico da Cemig, que será o grande direcionador para a geração de projetos de P&D, inovação tecnológica e propriedade intelectual.

Crescer com os outros

Na Cemig, o Programa de P&D implica diretamente a formação e a capacitação dos empregados envolvidos, mas também a qualificação de pesquisadores e estudantes das instituições de ensino parceiras.

“O desenvolvimento de projetos de P&D tem se tornado uma forma de motivação para os gerentes e empregados envolvidos”, afirma Luiz Carlos Cherchiglia. “Além de, muitas vezes, esses projetos serem alvo de dissertações de mestrado e teses de doutorado do pessoal interno, é visível que a implementação deles é motivo de orgulho para seus autores”, explica o gerente. “Os projetos também levam seus gestores a seminários e congressos nacionais e internacionais, para compartilhamento e troca de experiências”.

À medida que o pessoal interno cresce, portas se abrem para o desenvolvimento de novos projetos, tornando a Empresa ainda mais competitiva. “Nascem projetos voltados para a sustentabilidade da Cemig, que priorizam o uso de tecnologias ambientalmente corretas”, diz Cherchiglia.

Mas, para alcançar um bom resultado, os parceiros são essenciais. Por isso, a Cemig elaborou um programa de criação de Centros de Excelência nas universidades mineiras como forma de incentivar a produção do conhecimento de novas tecnologias nas instituições de ensino. Alunos de graduação, professores, mestrandos e doutorandos trabalham junto com profissionais da Cemig, em uma oportunidade única de crescimento pessoal e profissional.

As indústrias parceiras também ganham com o investimento em inovação tecnológica, desenvolvendo e comercializando novos produtos que se apresentem mais adequados ao setor e impliquem alta tecnologia.



Gestão tecnológica: estratégia para inovar.

Meio ambiente

Ao selecionar novos projetos de tecnologia e inovação, a Cemig elege preferencialmente aqueles que sejam sustentáveis. Com base em alguns cenários neles descritos, é possível enxergar

a Empresa daqui a 20 ou 30 anos utilizando tecnologias cada vez mais limpas, que lhe garantam a sobrevivência e a das gerações futuras.

Essa seleção leva em conta o desenvolvimento de ações e medidas que impeçam a concretização de uma ameaça tecnológica identificada ou que sugiram a adequação de uma tecnologia apropriada às

necessidades da Empresa. Mas sempre buscando tecnologias ambientalmente corretas e geração de energia feita de forma mais amigável.

Já os parceiros da Cemig têm sido buscados em universidades, centros de pesquisa e indústrias, sempre mediante um convite público que prioriza as demandas tecnológicas e a disponibilidade de recursos da Empresa. •

GRUPOS TEMÁTICOS DE INOVAÇÃO	TEMAS FOCAIS
GESTÃO EMPRESARIAL	Pessoas
	Finanças
	Jurídico
	Logística
	Comunicação
	Serviços corporativos
GESTÃO OPERACIONAL	Planejamento
	Projeto
	Operação
	Manutenção
	Construção
	Qualidade e eficiência
	Supervisão, Proteção, Controle e Automação
TELECOMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA	Telecom
	Informática
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS	Micropotência / geração descentralizada
	Geração distribuída
	Geração centralizada
	Combustíveis
	Soluções energéticas
HARMONIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL	Responsabilidade social
	Meio ambiente
MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO	Atacado e varejo
	Perdas
	Medição e tarifação
	Clientes e serviços
	Eficiência energética
INSTALAÇÕES	Equipamentos
	Materiais

A worker wearing a yellow hard hat, safety glasses, and a high-visibility vest is focused on a control panel. The panel features several digital displays and indicator lights. The scene is dimly lit, with the primary light source coming from the panel's displays and indicator lights. The worker's hands are positioned near the panel, suggesting active operation or monitoring.

NOVAS FONTES ENERGÉTICAS

TEMPERATURA
FABRILADOR

196

TEMPERATURA
REFORMADOR

122

TEMPERATURA
SEGURANÇA
DE SHIFT

221

TEMPERATURA
REABRANÇA
REFORMADOR

122

221

ENERGIA FOTOVOLTAICA

Presença garantida nas cidades e no campo

Quando ele está quente demais, a gente reclama. Quando some do céu, o dia parece tristonho. Mas ninguém questiona: o Sol é a estrela mais importante para a vida na Terra – é fonte de luz natural e de calor. Mas, para a Cemig, o Sol é também uma fonte inesgotável de geração de energia.

Dentre as vantagens da energia solar fotovoltaica, destacam-se: sua capacidade de geração de eletricidade em pequenas e grandes quantidades; seu caráter renovável, que não agride a natureza; e a garantia de uma vida útil maior para as peças que compõem o sistema. Entretanto, a dependência de tecnologias e peças importadas encarece o custo final, o que pode tornar o processo inviável.

O objetivo do projeto *Avaliação tecnológica da energia solar fotovoltaica* foi, além de nacionalizar a tecnologia, desenvolver padrões adequados às condições climáticas brasileiras, inseridos em um programa de distribuição em larga escala, como o Programa Luz para Todos. Por meio dele, a Cemig busca levar a eletrificação para o interior do Estado. A idéia do projeto é assegurar a utilização da tecnologia fotovoltaica em sistemas isolados das áreas rurais de forma sustentável.

Potencial garantido

Há anos a Cemig vem investigando o uso da energia solar em Minas Gerais, com foco especial nas áreas rurais isoladas da rede elétrica convencional. “Desde 1986, a Empresa estuda a viabilidade técnica e econômica da pré-eletrificação rural de consumidores remotos de baixo potencial de consumo, utilizando energia solar como fonte energética”, explica Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz, coordenadora da área de Engenharia de Fontes Alternativas e Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento da Distribuição e gerente do projeto.



Sistema fotovoltaico: 2,5 mil escolas e residências rurais eletrificadas.

“O Brasil possui enorme potencial para a produção de energia solar fotovoltaica”, diz Antônia Sônia. Para ela, o desenvolvimento dessa tecnologia no País deve torná-la mais atrativa para ser aplicada no mercado, incluindo as áreas urbanas. “Trata-se de um recurso estratégico capaz de contribuir para o atendimento de demanda energética, preservando os recursos naturais e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico”, explica a gerente.

A parceria entre a Cemig, a PUC Minas, a USP e a Universidade Federal de Viçosa permitiu o desenvolvimento de metodologias nacionalizadas e certificadas. Os protótipos nacionais apresentam custos competitivos, representam padrões e critérios que permitem a implantação de novos sistemas fotovoltaicos e apoiaram a capacitação de profissionais na área de energia solar.

Padrões e protótipos

O projeto, iniciado em 2001, foi concluído em 2007. Como não havia padronização



adequada dos ensaios às condições brasileiras, mas, sim, à dos Estados Unidos e da Europa, os pesquisadores das universidades e da Cemig desenvolveram ensaios-padrão que consideram a situação local e asseguram que todos os equipamentos tenham desempenho técnico adequado. Além disso, foram desenvolvidos padrões específicos para a utilização da tecnologia no sistema de distribuição de eletricidade rural, com técnicas de dimensionamento estocástico, que considera as variações solares durante o dia e a influência delas na geração de energia.

Para apoiar as pesquisas, produção e monitoramento de ensaios do sistema fotovoltaico, um laboratório com infra-estrutura

completa foi montado na PUC Minas. Ali foram construídos protótipos nacionais para a geração de energia solar, em especial o chamado controlador de carga, responsável pelo controle do sistema. “É o projeto de maior aplicação que gerencio”, afirma Antônio Sônia. O projeto permitiu a elaboração de duas teses de doutorado, uma de mestrado e uma monografia de especialização para os docentes das universidades envolvidas.

Hoje, a energia elétrica chega mais longe. Foram instalados, em escolas e residências rurais nas regiões Norte, Nordeste, Leste e Noroeste de Minas Gerais, 2,5 mil sistemas, com ensaios monitorados permanentemente pelo laboratório da PUC Minas. ●

Parceria entre Cemig e Green: protótipos nacionais certificados por meio de patentes.



ENERGIA SOLAR

Bem-vinda às cidades também



Energia solar: diversificação das fontes de energia.

O crescimento da demanda energética nas áreas urbanas tem contribuído para o desenvolvimento de estudos de implantação de fontes alternativas de geração de energia, a fim de aumentar a oferta de eletricidade.

As pesquisas começaram na Europa, onde os primeiros sistemas de energia solar interligados à rede elétrica foram instalados. Os resultados despertaram curiosidade por todo o mundo, até mesmo na Cemig. Com o objetivo de criar uma metodologia capaz de inserir os sistemas fotovoltaicos próximos às áreas urbanas que poderiam consumir esse tipo de energia, a

Empresa lançou o projeto *Avaliação experimental de um sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica interligado à rede elétrica*. “A instalação de grandes usinas de geração elétrica está associada à disponibilidade de recursos, como as grandes quedas d’água, algo cada vez mais raro e caro de ser utilizado”, afirma Antônia Sônia, coordenadora da área de Engenharia de Fontes Alternativas e Gestão de P&D da Distribuição e gerente do projeto.

Por meio dele, telhados de edificações, tais como residências, prédios, coberturas de estacionamentos e de postos de gasolina,

janelas de edifícios públicos, se transformam em espaços que podem abrigar sistemas de energia fotovoltaica, gerando eletricidade. O sucesso do projeto apóia a postergação de investimentos na construção de plantas de geração e Linhas de Transmissão (LTs); traz flexibilidade à matriz energética, pois diversifica as fontes de energia; e reduz a emissão de poluentes, evitando impactos ambientais.

Resultados

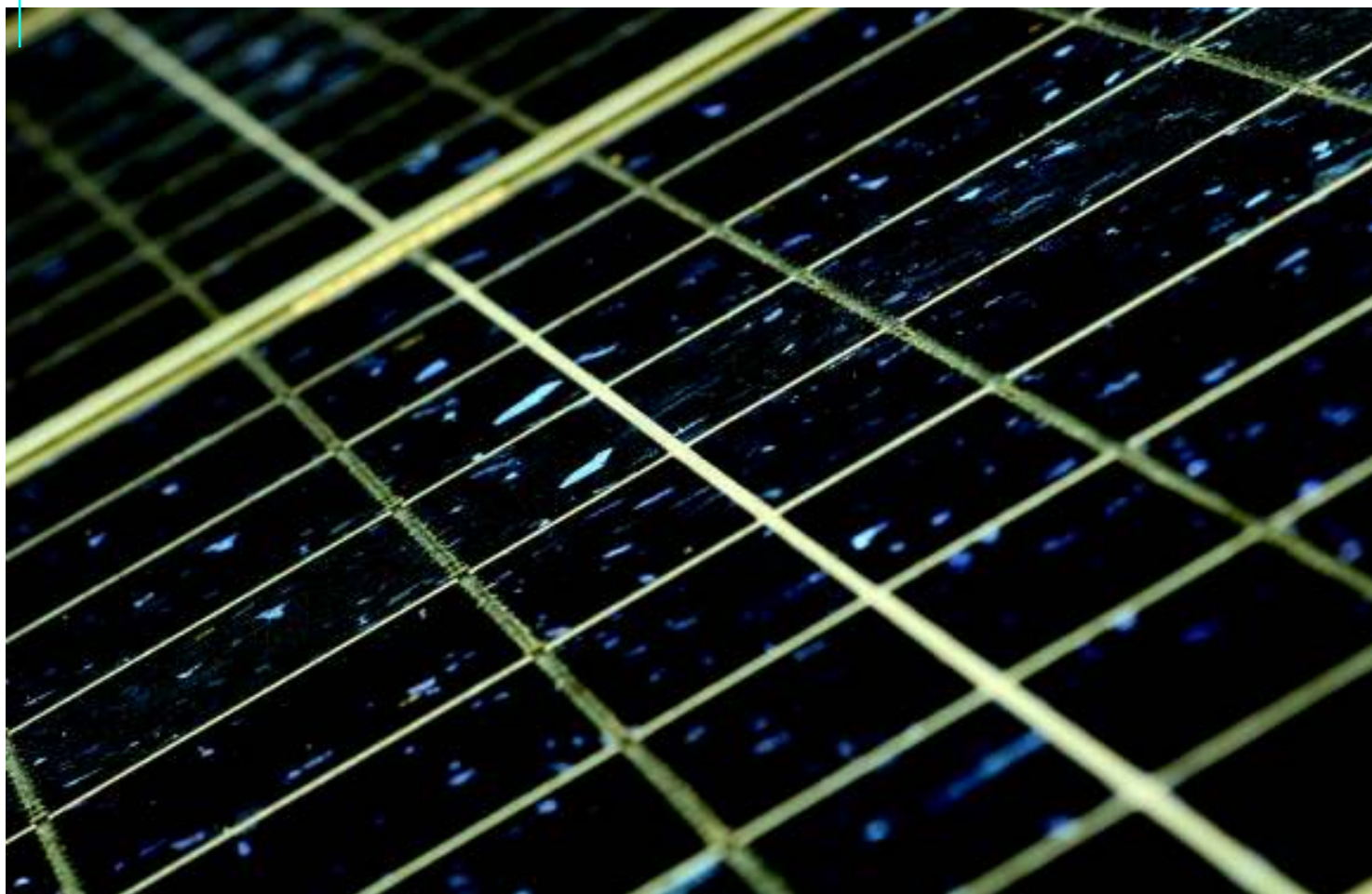
Em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina, a USP, de São Paulo, a PUC Minas e o Cefet-MG, o projeto busca determinar a viabilidade técnica e econômica dos sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica. Para isso, foram realizados estudos de integração da eletricidade solar com o entorno, como a

identificação dos melhores setores para a inserção dessa tecnologia. Além disso, os pesquisadores desenvolveram uma metodologia para calcular a geração de energia fotovoltaica que atenda à demanda energética de forma adequada, integrada à rede elétrica de distribuição.

Os resultados levaram à instalação de quatro sistemas fotovoltaicos de 3 kW, localizados na PUC Minas, no Cefet-MG, no Laboratório de Sementes da Cemig, no bairro São Gabriel e na Escola de Formação e Aperfeiçoamento Profissional, em Sete Lagoas. Em cada sistema foi utilizada uma tecnologia diferente, mas todas permitem a análise da geração de energia sob a mesma quantidade de carga.

Finalizado em 2007, o projeto tem destino certo. “O monitoramento do desempenho dos sistemas fotovoltaicos interligados às redes possibilitou maior conhecimento da integração

Fotocélula do sistema fotovoltaico: tecnologia para analisar a geração de energia sob a mesma quantidade de carga.



entre os dois”, diz Antônia Sônia. “Isso gera oportunidades de geração distribuída, sem impactos ambientais e que pode ser usado pela Empresa nas áreas urbanas, como nas janelas do novo prédio da Cemig, em Belo Horizonte”. A pesquisa contribuiu, também, para o desenvolvimento de metodologias para cálculo do potencial de geração fotovoltaico com base na situação real das edificações. Foram quantificados os percentuais de suprimento do

consumo energético correspondente a cada setor e verificado o potencial de contribuição dessa geração distribuída para a concessionária. Isso contribuiu para a redução de sobrecarga nos alimentadores e postergou investimentos.

Foram desenvolvidas três dissertações de mestrado e uma tese de doutorado e vários trabalhos de iniciação científica e de conclusão de curso sobre o tema. ●

Pesquisa para melhorar o futuro

A parceria com a PUC Minas teve início com a implantação do Centro de Energia Inteligente, que compõe o Grupo de Estudos em Energia (Green) da Universidade. A partir da experiência do grupo na área de energia solar, foram idealizados dois novos projetos em conjunto com a Cemig: Avaliação tecnológica da energia solar fotovoltaica e também aquele intitulado como Avaliação experimental de um sistema de geração distribuída de energia solar fotovoltaica interligado à rede elétrica.

No primeiro deles, o Green ficou responsável por estudar os modelos fotovoltaicos existentes no mundo, desenvolver protótipos nacionais desses sistemas e certificar os equipamentos por meio de uma patente. “Tivemos uma interação permanente com o corpo gerencial e técnico da Cemig”, afirma Lauro de Vilhena Brandão Machado Neto, coordenador da área de Sistemas Fotovoltaicos do Green. “Como resultado do trabalho, o laboratório de energia solar foi designado pelo Inmetro para realizar ensaios de equipamentos para sistemas fotovoltaicos”, conta o professor. “Dessa forma, pudemos certificar todos os sistemas utilizados no programa Luz para Todos, da Cemig”.

No segundo projeto, a cooperação técnica entre a Empresa e a Universidade representou um grande avanço no fomento à pesquisa, principalmente no sentido de alcançar áreas isoladas do País. “A Cemig tem tradição em investir em pesquisa na área de engenharia elétrica, o que a coloca como destaque nacional”, afirma o professor Delly Oliveira Filho, da Universidade Federal de Viçosa.

Nesse caso, o projeto deu origem a duas teses de doutorado e a vários trabalhos de iniciação científica e de conclusão de curso, em várias áreas da Engenharia. “Isso implica novas tecnologias e linhas de pesquisa, o que representa mais oportunidades de financiamento para novos projetos”, lembra Delly. De fato, graças aos resultados, duas pesquisas sobre energia solar fotovoltaica, na área de energia do departamento de Engenharia Agrícola da UFV, estão em andamento, ambas orientadas pelo professor.

A UFV tem ministrado cursos sobre as metodologias e tecnologias desenvolvidas na área de energias renováveis, em especial a energia solar fotovoltaica. É o caso da Semana do Fazendeiro, um evento tradicional, realizado desde 1929, que representa um importante meio de difusão de novas tecnologias para a comunidade rural brasileira.

MEIO AMBIENTE



COMBATE ÀS QUEIMADAS

A força de Sansão

A chegada dos meses de junho e julho traz um alerta. É que nesse período do ano, as queimadas consomem pastos e matas por todo o Brasil. São elas as responsáveis por 16% dos desligamentos das LTs da Cemig, pois interferem nas áreas de vegetação próximas às torres e aos cabos das LTs.

O projeto de pesquisa *Manejo de fogo* tinha como objetivo encontrar uma solução para esse problema, estudando diferentes espécies vegetais que poderiam ser plantadas em aceiros verdes, áreas limpas ao longo das cercas das fazendas, onde são plantadas espécies menos igníferas (inflamáveis) que impedem a propagação do fogo das queimadas. A finalidade? Evitar os desligamentos não

programados das LTs. “O fogo chega numa velocidade muito grande. Ao atingir o aceiro, esse tipo de vegetação ajuda a diminuir ou até mesmo extinguir completamente o fogo”, explica Márcio Rodrigues Corrêa, analista de meio ambiente da Cemig e gerente do projeto.

Testes de campo

A pesquisa sobre as espécies vegetais começou em 2001 e foi realizada em parceria com o departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Além de deter o fogo, os pesquisadores procuraram espécies que também possibilitassem uma cultura produtiva para os donos das terras. Em razão disso, foram

Linha de Transmissão da Cemig: 16% dos desligamentos ocorrem em razão das queimadas.





selecionadas a acerola, o limão tahiti, a bananeira, o sansão-do-campo, o pingo-de-ouro e o hibisco.

Para analisar os efeitos reais de uma queimada e escolher entre as espécies aquela que melhor impediria a propagação do fogo, foram feitos dois testes de campo – um no município de Nova Serrana e outro na Escola Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Florestal.

Em Nova Serrana, na faixa de servidão sob a LT Bom Despacho 3 – Neves 1, de 500 kV, que fornece energia para cerca de 1 milhão de consumidores, foram plantados canteiros com as espécies escolhidas. No espaço compreendido entre dois canteiros foi semeado capim. “Colocamos fogo no capim já crescido e seco, permitindo que as chamas tomassem os canteiros, e medimos a velocidade de propagação do fogo pela vegetação, com todo o controle necessário. A Brigada de Incêndio da Empresa estava lá para dar suporte e a TV Cemig registrou tudo”, afirma Márcio.

Resultados

Sansão é um personagem bíblico portador de uma força sobre-humana que, segundo a Bíblia, residia em seus longos cabelos. No projeto Manejo de Fogo, a força do herói deixou a lenda e se instalou na semente da Mimosa caesalpineafolia (sansão-do-campo). O resultado dos testes apontou a planta como a melhor alternativa para deter o fogo, já que ao enfrentá-la ele reduziu-lhe a velocidade de propagação e o apagou.

A sansão-do-campo é uma planta não tóxica muito usada em cercas-vivas. Sua vida útil ultrapassa os 50 anos. É resistente ao fogo e, mesmo sendo vítima de incêndio, rebrota imediatamente, chegando a 3 metros de altura em menos de um ano. Além de resistente, é bonita. Durante oito meses do ano ela embeleza a paisagem com suas flores brancas. ●

Estudo pioneiro

O fogo sempre foi um problema para as florestas, tanto as plantadas quanto as nativas. Antes do projeto de P&D feito com a Cemig, a Universidade Federal de Viçosa mantinha outras parcerias relacionadas à prevenção e ao combate a incêndios florestais, bem como realizava eventos de conscientização sobre o tema. “Acreditamos ter quebrado a inércia de uma idéia que julgamos importante para auxiliar o manejo do fogo, num estudo pioneiro no Brasil”, afirma o professor Guido Assunção Ribeiro, da UFV, responsável pelo projeto na instituição.

A proteção contra incêndios faz parte da grade curricular do curso de Engenharia Florestal desde 1960, quando foi criado. “O fato de a UFV sempre ter atuado nessa área, aliado à demanda da Cemig, fez com que nossos interesses se unissem na mesma direção”, explica o professor. Na parceria, a UFV foi a responsável pela execução do projeto, totalmente acompanhado pela Cemig.

A ausência de bibliografia sobre o assunto e a grande dependência das condições ideais do tempo para as experiências de campo impediu a produção de dissertações de mestrado, mas gerou uma monografia de final de curso de graduação.

A linha de pesquisa na Universidade continua ativa, em busca de novos procedimentos e espécies de plantas que criem barreiras contra o fogo. “Acredito que, por meio das atividades desenvolvidas, o nível de conscientização dos empregados da Cemig aumentou, até mesmo em razão dos encontros e treinamentos realizados”, comenta Guido.

RECARGA DE AQÜÍFEROS

Um desafio para garantir o futuro

Estação Meteorológica: estudo das áreas de drenagem e da acumulação de água nos aquíferos.



No Brasil, mais de 90% da energia consumida nas cidades, indústrias e centros comerciais é gerada em hidrelétricas, que dependem de um nível adequado de água em seus reservatórios para atender à demanda da população. O abastecimento das represas ocorre de duas formas: pela água da chuva, escoada até o reservatório; ou pelos aquíferos subterrâneos, também mantidos pela água da chuva, depois de infiltrar-se no solo. São eles que, no período de seca, suprem os reservatórios.

Em 2001, a ausência de chuvas no período de dezembro a abril foi a mais grave das últimas décadas. Além de precipitações abaixo da média histórica, as modificações no meio ambiente, decorrentes da ação humana, provocaram a redução da infiltração de água nos aquíferos, o que causou queda drástica na capacidade de acumulação dos reservatórios das hidrelétricas e, conseqüentemente, da geração de energia.

Prevenção

Temendo o blecaute – chamado pela imprensa de “apagão” – o Governo Federal anunciou metas de racionamento de energia em todo o País, especialmente no Sul e no Sudeste, o que determinou a redução do consumo em, no mínimo, 20%.

Foi nesse cenário que nasceu o projeto *Estudos hidrológicos sobre o regime de produção de água das bacias de drenagem de cabeceira*, em 2002, elaborado pela Cemig, em parceria com a Universidade Federal de Lavras (UFLA). Trata-se de uma pesquisa de campo feita na bacia de acumulação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, da Cemig, em Lavras (sul de Minas), visando identificar áreas com potencial de infiltração, aumentar a recarga dos aquíferos e, conseqüentemente, manter a geração de energia.

A área de drenagem de Camargos localiza-se no Alto Rio Grande. Essa bacia cobre uma região de cerca de 6 mil km² e está estrategicamente posicionada entre os três principais centros urbanos e econômicos do País: Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro.

Caracterização

Em parceria com o departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, o estudo realizou a caracterização física e ambiental da área de drenagem sob quatro aspectos: pedológico (tipos de solo no local que podem propiciar maior ou menor infiltração); geológico (tipos de rocha que estão abaixo do solo e que facilitam a infiltração); hidrológico (vazão de água dos córregos, ribeirões e riachos na bacia); e climatológico (regime de chuvas na região).

Após o estudo, a bacia foi mapeada em três sub-bacias, divididas de acordo com suas características. Para medir a eficiência de recarga, foram instaladas estações climatológicas (para registrar a quantidade de chuva) e linígrafos (equipamento que registra a vazão do curso d'água ao longo do período chuvoso). “A diferença entre os dois apresentou a quantidade de água infiltrada no solo e ajudou a definir as áreas de maior capacidade”, explica Márcio Rodrigues Corrêa, analista de meio ambiente da Cemig e gerente do projeto.

O projeto, finalizado em 2005, permitiu verificar que, ao longo das três sub-bacias, existe grande potencial de recarga dos aquíferos em áreas com vegetações do tipo Cerrado, Mata Atlântica e Campos de Altitude. Isso vale também para algumas regiões desgastadas pela pecuária e agricultura. “Quando chove, se há uma área devastada, a água cai e escorre rapidamente por ela em direção ao rio, levando sedimentos e

provocando erosão. Não há tempo para infiltrar e alimentar o aquífero”, explica Márcio. “Após a pesquisa, aconselhamos a Cemig a investir nessas áreas, sensibilizando os proprietários para melhorar conservá-las. Dessa forma, a recarga dos aquíferos pode ser ampliada e, com ela, o suprimento do reservatório e a geração de energia”. •



Estudos hidrogeológicos: aumento da recarga dos aquíferos e da geração de energia.

Gestão ambiental garantida

O negócio da Cemig é energia. Pensar no futuro e atuar na linha de frente pela sustentabilidade ambiental, prevenindo impactos à natureza e à sociedade, também é sua missão. Esse foi o objetivo da parceria com as áreas de Recursos Hídricos, Climatologia e Solos da UFLA, que buscou estudar o papel dos recursos naturais no abastecimento de reservatórios e aquíferos de usinas geradoras de eletricidade.

Erosão, assoreamento, tipos de solos, monitoramento do clima e dos recursos hídricos. Para a UFLA, a principal importância do projeto foi construir um conhecimento em larga escala acerca das condições hidrológicas da região do Alto Rio Grande. O trabalho de campo gerou três dissertações de mestrado, duas teses de doutorado e quatro estudantes de graduação participaram com bolsas de iniciação científica. Os resultados das pesquisas estão sendo repassados aos produtores rurais e organizações, como os comitês de bacias, para conscientizar o uso sustentável das terras e dos rios.

O próximo passo acontece com um novo projeto, que vai detalhar o estudo anterior, aperfeiçoando a modelagem hidrológica local. “Ele vai disponibilizar para a Cemig um instrumento de grande alcance nas ações de gestão ambiental”, explica Antonio Marciano da Silva, professor do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Ele acredita que a continuidade dessa parceria é necessária, pois ambas as instituições estão comprometidas com o desenvolvimento da sociedade, ainda muito carente de conhecimento científico e tecnológico nessa área.



GERAÇÃO

MAIS ENERGIA

Água usada nos mecanismos de transposição de peixes pode ser aproveitada

Entre os meses de outubro e março, as espécies migratórias de peixes lutam contra a correnteza dos rios em busca de um único objetivo: perpetuar a espécie. Esse movimento, conhecido como “piracema”, ocorre quando os peixes procuram afluentes para desova e reprodução. Segundo pesquisadores, uma das principais causas da redução e até mesmo extinção de algumas

espécies de peixes em várias partes do mundo se deve à implantação de barragens nos rios. Elas se tornam obstáculos que impedem o livre deslocamento dos peixes de piracema entre os locais onde vivem e onde procriam.

No Brasil, a Lei nº 12.488, de 9/4/1997, tornou obrigatória a construção de mecanismos de transposição de peixes em

Motor de escada para peixes, na UFMG: mecanismo para proteção das espécies.



barragens localizadas nos rios do País. O artigo 20 do Decreto n. 38.744, da mesma data, determina a construção desses mecanismos como item fundamental nos projetos das novas usinas hidrelétricas, condicionando a medida ao licenciamento ambiental das obras.

Mecanismo de transposição

Antes de construir uma Central Hidrelétrica, a Cemig precisa fazer uma série de estudos de viabilidade técnica, financeira e ambiental. Primeiro, verifica-se se há espécies de piracema na bacia hidrográfica. Em caso positivo, o mecanismo de transposição – que pode ser um elevador, uma escada ou uma eclusa – é incluído no projeto, considerando as características específicas de cada barragem.

Um mecanismo de transposição eficiente deve atrair os peixes para a entrada da Usina e possibilitar que eles nadem contra o fluxo de água, com o menor esforço possível, até atingir o nível onde possam continuar sua rota. A liberação de um fluxo de água na entrada desses mecanismos tem sido utilizada para orientar e estabelecer atratividade suficiente para que os peixes encontrem o caminho e passem por ele.

Entretanto, o desvio desse fluxo, conhecido como vazão ou água de atração, ocasiona um desvio de até 2% da vazão disponível para a geração de energia. Com foco nisso, o projeto *Aproveitamento da vazão de atração do sistema de transposição de peixes para geração de energia elétrica* lançou a questão: Por que não aproveitar a água de atração para também gerar energia elétrica? “Em uma usina de grande porte, a diferença é pouca, mas nas pequenas esse desvio causa forte impacto, que pode representar perda energética significativa”, explica João de Magalhães Lopes, analista de meio ambiente da Cemig e gerente do projeto.

Modelo reduzido

A escada para peixes é um tipo de rampa com degraus, muito utilizada em pequenas usinas, para facilitar o deslocamento dos peixes até a outra extremidade do canal. No projeto foi criado, em parceria com o Centro de Pesquisas Hidráulicas e de Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), um modelo reduzido em acrílico da escada para estudar como implantar turbinas geradoras de energia no mesmo local da vazão. “Em geral, abaixo da escada está o mecanismo que forma o fluxo que o peixe precisa enfrentar para migrar. O volume de água é maior na abertura e menor na escada para o peixe poder subir”, afirma João.

A fim de avaliar se essa geração de energia era economicamente viável e qual a sua viabilidade técnica, uma turbina foi acoplada no tubo do modelo em acrílico. Com o fluxo de água, as hélices se movem e geram energia, a qual é enviada a um transformador que, mais tarde, a distribui. “A geração é pequena, mas pode ser usada para abastecer a própria usina. Se sobrar, ela pode ser vendida localmente, a partir do sistema de distribuição”, explica o analista.

Concluído em 2006, o projeto pode ser adaptado a qualquer tipo de escada com 20 a 25 metros de queda. O projeto piloto utilizou a escada de peixes da Hidrelétrica de Igarapava como referência para a construção do modelo reduzido. “Concluimos que a utilização do método é tecnicamente possível, mas deve ser usada, primeiramente, em usinas que vão ser construídas, pois o investimento para modificar as usinas depois de prontas é elevado”, analisa João. Para ele, o projeto acaba com o impasse entre analistas de meio ambiente e engenheiros. “Os engenheiros precisam otimizar ao máximo a obra e os analistas se preocupam com questões legais e ambientais para minimizar impactos. Com o projeto, todo mundo ganha”. •

Afinidade de propostas

Um mesmo projeto pode envolver várias pessoas, empresas e instituições, principalmente se elas buscam soluções para problemas equivalentes. Foi o caso da parceria entre a Cemig e seis departamentos da Universidade Federal de Minas Gerais: Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos; Engenharia Mecânica; Engenharia Elétrica; Engenharia Eletrônica; Ciências da Computação e Zoologia.

A proximidade começou durante o II Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, com apresentação de trabalhos de ambos os lados. Segundo Carlos Barreira Martinez, coordenador do Centro de Pesquisas Hidráulicas e de Recursos Hídricos da UFMG, a forte interação dos departamentos com a Cemig possibilitou o desenvolvimento de pesquisas antes impossíveis de ser realizadas. Além disso, o fator humano foi muito importante. “O corpo gerencial e técnico da Cemig foi extremamente competente e consciente. O pessoal interagiu com os grupos de pesquisadores e auxiliou muito no desenvolvimento do projeto”, afirma o coordenador. “Os investimentos da Cemig têm permitido que a instituição mantenha laboratórios bem montados, atualizados e em perfeitas condições de utilização”.

Projeto de transposição: resultados mostram que energia pode ser aproveitada.





TRANSMISSÃO

ATERRAMENTO

Desempenho de Linhas de Transmissão frente a descargas atmosféricas



Impedância nas linhas de transmissão: estudos relacionados ao aterramento em alta frequência.

As montanhas e águas de Minas Gerais são famosas em todo o Brasil. O que pouca gente sabe é que o Estado também se caracteriza por receber grande quantidade de descargas elétricas, o que acaba se tornando um problema para a Cemig. No final e início do ano, quando as chuvas não dão trégua, as Linhas de Transmissão (LTs) são impactadas pelas descargas, correndo o risco permanente de desligamentos transitórios.

O projeto *Efeito da estratificação do solo na impedância de impulso de torres de linhas de transmissão* se propôs a buscar alternativas para

reduzir esses desligamentos. A idéia nasceu da dissertação de mestrado de Paulo José Clebicar Nogueira, engenheiro da Cemig, autor e gerente do projeto, baseado em diversas literaturas existentes sobre o assunto. “A proposta era analisar o sistema de aterramento das LTs em solos estratificados, que está sujeito à impedância ou resistência à passagem de corrente”, afirma Paulo.

A incidência de descargas em LT atinge, principalmente, os cabos pára-raios (formados por vários fios de aço dispostos para proteger a linha de transmissão e efetuar o escoamento

das correntes para a terra). A descarga elétrica que atinge a LT deve ser conduzida pelo cabo pára-raios até o sistema de aterramento, onde deve ser escoada para o solo, e não pelos cabos que levam a energia para o consumidor final, pois ocasionaria desligamentos momentâneos e não programados, trazendo transtornos para consumidores residenciais e industriais.

Padrão atualizado

Enquanto preparava a dissertação, Paulo foi realizando testes nas LTs da Cemig e, em razão disso, seu estudo foi totalmente baseado em simulações numéricas por meio de programa computacional específico. “A Empresa vislumbrou os ganhos que teria com o projeto e investiu

na idéia”, conta. “Adquirimos um software canadense, que custou US\$ 30 mil, incluindo um curso de capacitação nas dependências da empresa fornecedora em Montreal”.

Esse sistema, o Current Distribution, Electromagnetic Fields, Grounding and Soil Structure Analysis (CDEGS), criado pela SESTECH, foi desenvolvido para efetuar diversos tipos de simulação. No caso do projeto, ele serviu para os estudos relacionados ao aterramento em alta frequência, considerando a estratificação do solo em duas camadas distintas, com suas respectivas profundidades. As formações geológicas do Estado não são homogêneas e a resistividade é naturalmente elevada, dificultando o projeto de um aterramento adequado. “O padrão que usávamos era da década de 1970”,

Descargas nas LTs: prejuízo para os cabos pára-raios.



explica Paulo. “Nosso objetivo era revisar esse padrão, atendendo a essas características do solo mineiro e utilizando, para isso, as novas técnicas disponíveis na literatura”.

O resultado foi a revisão da especificação de aterramento da Cemig, que passou a dimensionar o aterramento das LTs da Empresa desde 2002. Com ele, houve redução da mão-de-obra necessária para a instalação do aterramento e medição da resistência do solo, além da diminuição do material usado, com a mesma eficiência de antes. “Houve melhoria

Sistema de aterramento das LTs: resistência à passagem de corrente.



na impedância de aterramento das novas LTs e qualificação dos profissionais da Cemig no uso do sistema”, afirma o engenheiro. •

Pesquisa desenvolve setor elétrico

A parceria entre a PUC Minas e a Cemig é coisa antiga, mas, ao mesmo tempo, muito atual. As duas instituições já realizaram diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento em conjunto, sendo que o projeto *Efeito da estratificação do solo na impedância de impulso de torres de linhas de transmissão* tem um fim específico: criar soluções para a melhoria do desempenho das Linhas de Transmissão.

O trabalho foi desenvolvido no programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica, quando Paulo Clebicar estava cursando seu mestrado. A dissertação do engenheiro apresentou o resultado da pesquisa, que foi coordenada pelo professor Mário Fabiano Alves, com orientação de Jaime Arturo Ramirez.

Com o projeto, a PUC Minas ampliou seu conhecimento sobre o desempenho das LTs e publicou diversos artigos técnicos sobre o tema, o que contribuiu significativamente para a produção científica. “Quando consideramos os poucos recursos existentes para pesquisa e desenvolvimento, podemos perceber como esses projetos são importantes fontes para o conhecimento”, afirma o professor Mário Fabiano. “A Cemig utiliza seus recursos e métodos computacionais para estudos que apóiam o crescimento do setor elétrico nacional”.

A nighttime photograph of a city street, likely in Brazil, showing tall buildings, streetlights, and a landscaped area with trees and a winding path. A solid red vertical bar is on the left side of the image. The word "DISTRIBUIÇÃO" is written in white, bold, uppercase letters across the middle of the image.

DISTRIBUIÇÃO

TRANSFORMADORES MONITORADOS ON LINE

Inteligência a favor da prevenção de falhas

A energia gerada pelas usinas hidrelétricas ilumina cidades, movimentam máquinas, gera trabalho e renda e propicia conforto e qualidade de vida para a população. Mas, até chegar ao consumidor, percorre longas distâncias, caminhando por linhas, cabos e postes. Tais redes de distribuição dependem de vários equipamentos, entre eles os transformadores, responsáveis pela elevação e rebaixamento da tensão que alimenta as cargas.

Esse sobe-e-desce reduz custos de transmissão e melhora a eficiência do processo. Mas ele precisa ser monitorado

permanentemente para dar suporte às áreas de manutenção e operação no controle das falhas dos transformadores.

A área de Distribuição da Cemig possui cerca de 370 subestações, onde se encontram esses equipamentos. Entre elas, somente 20 possuem operadores e, conseqüentemente, monitoramento contínuo. Os transformadores são de alto custo e as formas e sistemas de monitorá-los, disponíveis no mercado, acompanham esses valores elevados. Existiria um meio mais acessível, barato e eficaz de acompanhar essas subestações, mesmo que atuando remotamente?

Cemig: 370 subestações que comportam transformadores.



Solução

Segundo o engenheiro Álvaro Jorge Martins, da área de Engenharia de Ativos da Distribuição da Cemig, a indisponibilidade de equipamentos e de mão-de-obra especializada nessa área no Brasil amplia a ocorrência de desligamentos e outros tipos de transtornos. Diante desse cenário, a gerência da Engenharia de Ativos da Distribuição partiu para as pesquisas. Foi daí que nasceu a idéia do projeto *Monitoramento e diagnóstico de equipamentos de transformação e manobra de subestações*.

O objetivo do projeto era criar um sistema de monitoramento remoto, on line e inteligente, para monitorar gases formados dentro do transformador, temperatura, umidade, fator de potência das buchas e comutadores sob carga. Tudo para melhorar a atuação das equipes de manutenção e operação no controle dos transformadores. “O monitoramento era imprescindível, pois com ele poderíamos agendar os intervalos de manutenção e prever os desligamentos não programados e as possíveis falhas”, explica Álvaro, gerente do projeto.

Funcionamento

Em parceria com a Escola de Engenharia da PUC Minas, o projeto começou, em 2002, com o desenvolvimento de um software para diagnóstico e estudo dos fatores que deveriam ser monitorados dentro do transformador.

O software previa que cada transformador – cada qual com um hardware independente – contivesse sensores ligados a um sistema centralizado para coleta, análise e diagnóstico do problema a ser enfrentado. Os dados eram enviados para um elemento concentrador de informação, o Controlador Lógico Programável (PCL) e este os encaminhava para um computador ou rede como a intranet, onde os sinais eram processados e armazenados como informações a serem analisadas por especialistas.

“Esse tipo de sistema tem como vantagens a simplicidade de seu desenvolvimento e a facilidade de seu uso pelos profissionais”, afirma Marcelo Alexandre, técnico que participou do desenvolvimento do projeto.

Correções

Após alguns estudos para a instalação do projeto piloto do sistema na Subestação (SE) Centro, em Belo Horizonte, as equipes da Cemig e da PUC Minas constataram que, ao ser colocado junto ao transformador, o PCL podia ter seu funcionamento e desempenho comprometidos, em virtude da alta temperatura e das interferências eletromagnéticas.

O sistema passou por revisões e teve de ser descentralizado. O PLC foi substituído por vários Intelligent Electronic Devices (IEDs), dispositivos de inteligência que se comunicam independentemente com o sistema de monitoramento, sem necessidade da mediação de um equipamento concentrador. “Dessa forma, não é preciso repetir os sensores”, explica o gerente. “Os custos de instalação ficaram menores e as leituras discrepantes se tornaram quase inexistentes, o que aumentou a confiabilidade dos diagnósticos e prognósticos”.

Benefícios

Hoje o sistema descentralizado está implantado em um transformador da SE Pará de Minas, sendo chamado transformador verde (isolado a óleo vegetal). No início de 2008, foi lançado o terceiro transformador da série, mas desta vez em uma SE móvel. “Nossa meta é aprimorar o sistema à medida que formos avançando nos estudos. O próximo passo é permitir o acesso dos dados via internet, o que já está sendo feito na SE Pará de Minas”, diz o engenheiro Álvaro.

Embora concluído em 2006 e já implantado, o projeto ainda não apresenta

resultados mensuráveis. Entretanto, sabe-se que ele evita falhas ou desligamentos não programados, prolonga a vida útil do transformador e otimiza a utilização dele. Enquanto isso, a Gerência de Engenharia de Ativos da Distribuição se prepara para outros desafios. A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) já aprovou dois novos projetos de P&D da área: um para a instalação de protótipos em todas as regionais, com o objetivo de avaliar o desempenho do sistema nas regiões onde ele estiver implantado; e o outro para unir o monitoramento de disjuntores e chaves com o monitoramento do transformador. É esperar para ver... ●

Equipamentos de transformação: projeto para criar um monitoramento remoto.



Projeto incentiva centro de excelência

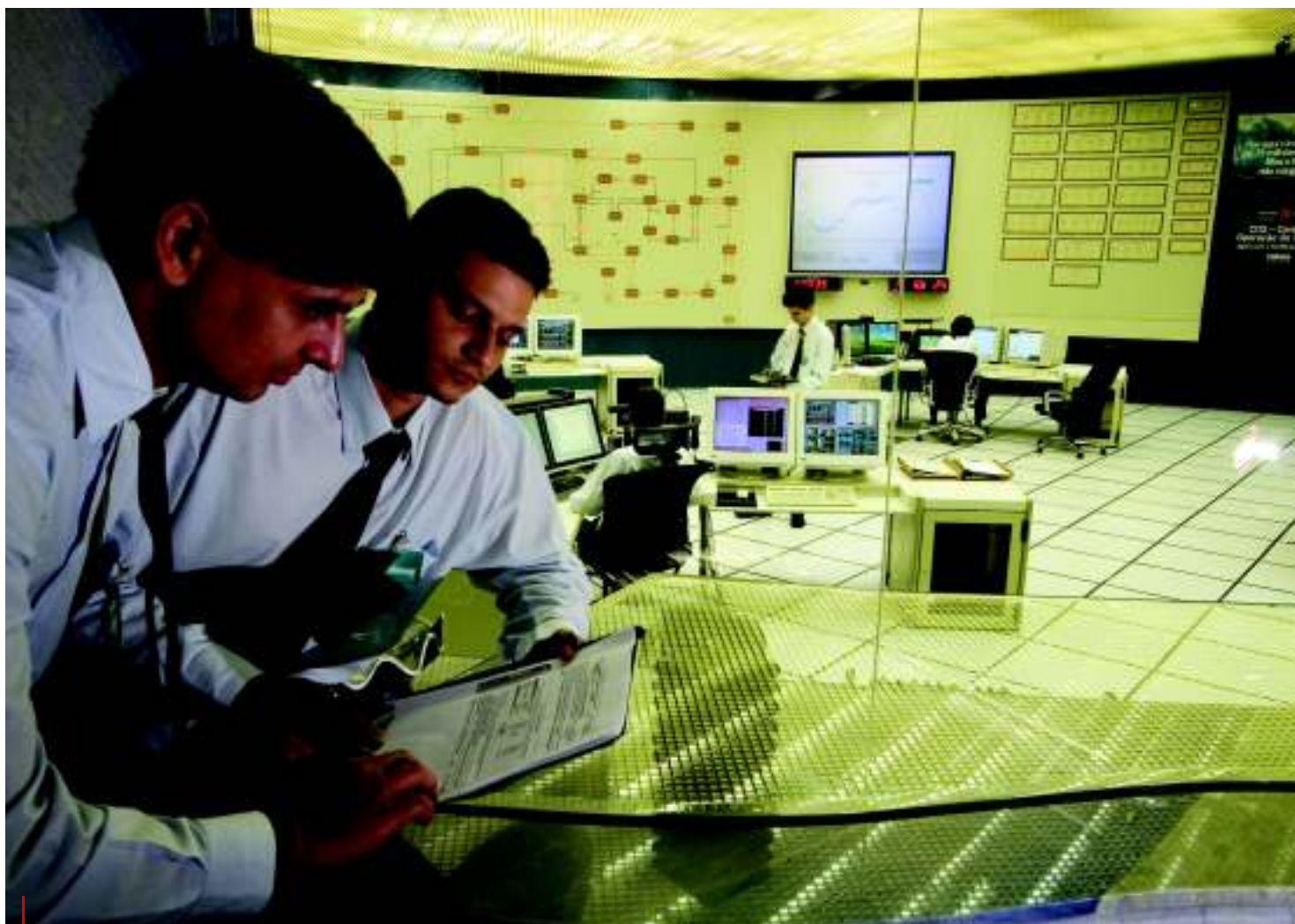
Integrar universidade, Cemig e sociedade. Eis um dos objetivos da parceria entre a Concessionária e a equipe do programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da PUC Minas. Formalizado em novembro de 2001, o acordo previa a realização de pesquisas e testes para viabilizar o projeto Monitoramento e diagnóstico de equipamentos de transformação e manobra de subestações. Para a PUC Minas, foi a oportunidade de formar e capacitar um grupo de estudos no Laboratório de Sistemas Inteligentes e desenvolver, a partir daí, projetos co-relacionados.

“A pesquisa proporcionou o fortalecimento do grupo em inteligência computacional e nossa divulgação como centro de excelência em desenvolvimento de sistemas de diagnósticos”, afirma Pyramo Pires da Costa Júnior, professor do programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da PUC Minas e especialista que desenvolveu o sistema de monitoramento dos transformadores.

Dessa forma, todo mundo sai ganhando. Quanto mais pesquisas, maior o número de soluções para situações-problema. A finalidade é a prestação de um serviço excepcional e de alta qualidade para o consumidor. “Trata-se de uma forma de cumprir nossa função social, desenvolver e consolidar novas tecnologias, formar pessoal e permitir que a empresa e a sociedade ganhem”, explica o professor.

PREVISÃO DE CARGA

Informações on line para melhorar a operação do sistema elétrico



COS da Cemig: sistema autônomo para previsão de cargas on line.

Para operar o sistema elétrico é preciso programar, dentre outros elementos, a geração de energia em cada usina. Essa geração é obtida pela carga necessária ao sistema da Cemig a cada instante, pela disponibilidade de máquinas, pelas diretrizes e metas energéticas e pela viabilidade elétrica da operação. A previsão de carga é um dos insumos fundamentais para a programação da geração das usinas hidrelétricas e termelétricas. Ela é feita diariamente, por um técnico de operação, com o apoio de programas computacionais, com 48 horas de antecedência,

e permite o cálculo do consumo diário de energia a cada 15 minutos. Esse consumo é encaminhado ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e às áreas de planejamento elétrico e energético da Cemig. Também é apresentado por um gráfico mantido pelo Centro de Operação do Sistema (COS) da Cemig e disponível em rede para todos os empregados com acesso à intranet.

Para melhorar a qualidade da previsão de carga, a equipe do COS elaborou, em parceria com a Fundação de Pesquisa e Assessoramento

à Indústria (Fupai) da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), um projeto que desenvolveu um sistema autônomo, que faz previsões de carga on line para oito dias à frente, com atualizações a cada 15 minutos.

O papel desse projeto, intitulado *Previsor de carga on line*, foi disponibilizar um software baseado em técnicas de inteligência artificial para prever, de forma automatizada, a quantidade de carga que será demandada em âmbito global do sistema Cemig e em suas nove regionais.

Precisão

O sistema é composto por vários módulos de aquisição e tratamento dos dados, que vão desde o histórico de eventos que interferem no consumo de energia até os valores verificados e previstos de dados climáticos e de carga do sistema elétrico.

Essa gama de informações permite que o operador tenha um histórico muito mais preciso do que aconteceu para se preparar até mesmo para a ocorrência de eventos excepcionais, como feriados, greves, alterações climáticas etc. Além de otimizar a previsão de carga, por meio da atualização constante, o sistema fornece ao operador informações que lhe permitem antecipar a tomada de uma série de decisões e a execução de ações de controle. “Isso garante a melhoria da segurança, da confiabilidade dos dados e da qualidade dos serviços prestados, além de reduzir o nível de estresse dos operadores do COS”, explica Wilson Fernandes Lage, engenheiro do Centro de Operação e gerente do projeto.

Previsões paralelas

Mas se o sistema faz tudo, qual é a função dos técnicos de previsão? Embora inovador e preciso, o sistema on line é ótimo para previsões em curto prazo, como para amanhã e depois de amanhã. “A partir dos dois primeiros dias, a previsão feita pelos técnicos, ainda de forma



Áreas urbanas: segurança e confiabilidade em relação ao fornecimento de energia.

manual, é melhor, porque considera a bagagem e a experiência profissional deles na observação de uma infinidade de fatores interferentes no consumo de energia elétrica”, explica Wilson.

Por isso, operadores e programadores continuam fazendo a previsão paralela, off line, para incrementar a previsão on line em curto prazo e ajustar as correções e as manutenções das curvas de carga previstas.

Concluído em 2003, o projeto foi apresentado em dois seminários nacionais: o 5º Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos (SIMPASE) e o 17º Seminário de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE). Em 2004, o sistema foi instalado no COS, produzindo previsões para a carga global da Cemig e para as regionais Leste, Oeste Passos, Oeste Gafanhoto, Mantiqueira, Triângulo, Norte, Metropolitana, Sul Lavras e Sul Poços de Caldas. ●

SUBESTAÇÕES

Mesmo distantes, elas podem ser monitoradas

Elas são muitas, podem ser grandes e pequenas e têm idades variáveis. As subestações (SEs) da Cemig estão distribuídas por Minas Gerais, sendo as principais totalmente automatizadas – o que permite o monitoramento e o restabelecimento de faltas de maneira remota pelos Centros de Operação da Distribuição (CODs) da Cemig – e outras não, como é o caso de algumas SEs de menor porte, que atendem a cargas menores de energia.

Hoje em dia, as SEs já nascem automatizadas. Entretanto, em algumas mais antigas, menores e localizadas em áreas distantes, o atendimento a falhas e o monitoramento de dados e informações do sistema elétrico dependem das visitas das equipes locais de operação e manutenção.

Nesses casos, a identificação de falta de energia depende da reclamação dos consumidores da região afetada. Para o restabelecimento do sistema, faz-se necessária a presença de uma equipe na SE, mesmo para problemas transitórios, considerando

que alguns dispositivos têm capacidade de eliminar a falha automaticamente, mas ainda precisam de acionamento local para a conclusão do procedimento de manobra. Essa condição também impede medidas preventivas, uma vez que dados importantes não podem ser monitorados on line, comprometendo a operação e o atendimento eficiente ao consumidor, que deseja cada vez mais uma melhor prestação de serviço.

Conversor de linguagens

Com o projeto *Desenvolvimento de software conversor de protocolos para a integração de equipamentos de proteção, controle, supervisão e automação de subestações* teve-se como objetivo criar um software conversor de informações, que permitisse integrar os diversos equipamentos disponíveis em uma SE de pequeno porte para melhorar suas condições de atendimento e manutenção.

Subestações de pequeno porte: projeto da Cemig vai viabilizar sua automação.



“As soluções convencionais para esse problema eram difíceis de ser definidas, tanto pela localização das SE quanto pelo alto custo dos investimentos necessários, que seria maior do que o benefício gerado”, explica Anderson Fleming, engenheiro de Projetos Elétricos de Transmissão e gerente do projeto.

Em parceria com UFMG, a Cemig iniciou o desenvolvimento do projeto, que buscava viabilizar a automação em SE de pequeno porte, aproveitando os dispositivos existentes nela.

Para isso, a idéia foi utilizar uma plataforma baseada no sistema operacional Linux, adaptado às necessidades dos protocolos de comunicação utilizados para a transmissão de informações na Cemig, constituindo-se num software específico para subestações de pequeno porte. Com ele, seria possível ler e integrar as diversas linguagens dos equipamentos, independentemente do fabricante, modelo ou protocolo. Além de garantir o melhor desempenho operacional da SE em regime de falha, o sistema possibilitaria a obtenção de dados e medições, contribuindo para a identificação de necessidades de manutenção preventiva nos equipamentos e, conseqüentemente, melhorando as condições de atendimento ao consumidor.

A validação do sistema em laboratório foi realizada em um protótipo de SE, em 2006, ano em que o projeto foi concluído. “Os resultados são bastante satisfatórios”, afirma Anderson. “Pudemos analisar as respostas dos comandos, a disponibilidade de funcionamento do software e a validação das funcionalidades definidas previamente”, conta.

Com plataforma multiprotocolos, livre e específico para as pequenas SEs, o software permite a coleta de dados de equipamentos de proteção, o controle das SEs e ainda interliga a subestação ao Centro de Operação regional. Embora ainda não tenha sido implantado, o projeto também proporcionou a capacitação de empregados da Cemig e alunos da UFMG na área de automação e protocolos de comunicação. ●

Investimento e empregabilidade

Quando a UFMG foi contactada para assumir, juntamente com a Cemig, o projeto *Desenvolvimento de software conversor de protocolos para a integração de equipamentos de proteção, controle, supervisão e automação de subestações*, as pesquisas estavam atrasadas em relação ao cronograma inicial. Mas a equipe acelerou o passo e os resultados apareceram rapidamente.

O Laboratório de Otimização e Projeto Assistido por Computador do departamento de Engenharia Elétrica da UFMG criou uma nova arquitetura do sistema de conversão de protocolos de comunicação, com uso específico para subestações de pequeno porte. “O software foi testado em laboratório, com bons resultados”, afirma o professor Renato Cardoso Mesquita, do departamento de Engenharia Elétrica da UFMG. “Ele está pronto para ser usado em testes nas subestações da Cemig, mas isso ainda não foi efetivado”.

Mas se engana quem acha que o tema “protocolos” já foi abordado de todas as formas possíveis. Outros projetos de pesquisa sobre o assunto estão em andamento ou prestes a ser iniciados. “Os projetos de P&D significam um grande benefício para as universidades parceiras”, diz Renato. “Os laboratórios recebem investimentos, os alunos de graduação e pós-graduação podem participar e analisar problemas reais, além de ampliar o contato entre mercado e academia, o que se reflete na melhoria da empregabilidade dos envolvidos”.

MEDIÇÃO COM TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS

Equipamento ajuda na garantia de
leitura precisa dos dados



Medição dos transformadores: garantia de consumo correto.

Os testes de desempenho e verificação da exatidão dos medidores de energia para faturamento no Brasil são tão precisos e sofisticados como os adotados pelas nações mais desenvolvidas, especialmente quando realizados em laboratório. Contudo, tanto aqui como nesses países, os dados dos sistemas de medição indireta são passíveis de dúvidas, considerando tanto os Transformadores de Corrente (TCs) quanto os Transformadores de

Potencial (TPs) em operação, especialmente os instalados numa época em que as exigências de precisão não eram tão rigorosas como hoje.

No caso da Cemig, os TPs e os TCs de Média Tensão (até 25 kV) estão instalados em mais de 10 mil unidades consumidoras, que respondem por cerca de 30% do faturamento da Cemig Distribuição. Cada unidade dessas possui um medidor ligado aos Transformadores

para Instrumentos (TIs), além das unidades de Baixa Tensão com TC, que também são alvo do sistema desenvolvido.

Mas, ao longo da vida útil desses equipamentos, podem acontecer desvios de exatidão em função do desgaste e de condições não ideais de funcionamento. Para agravar a situação, os testes nos TIs eram difíceis de programar porque, para fazê-los, era preciso desligar as unidades consumidoras, gerando perda de tempo e de faturamento, além de insatisfação por parte do cliente final.

Solução à vista

O projeto *Desenvolvimento de sistema para verificação de exatidão de TPs e TCs em operação com isolamento para 15kV* nasceu da observação e visão da Engenharia de Medição da Empresa, especialmente do engenheiro Luiz Fernando Arruda, sobre os resultados de testes laboratoriais realizados em equipamentos de medição mais antigos. Visa garantir a medição correta do consumo, o que é bom para o consumidor e para a Cemig, além de ampliar a segurança das equipes de inspeção e operação.

Como a Empresa encontrou desvios além dos previstos e, conseqüentemente, divergências no faturamento para ambos os lados, buscou-se uma solução para o problema. A finalidade do projeto era desenvolver um sistema de avaliação da exatidão de TCs e TPs energizados, operando em condições normais, sem a necessidade de eles serem desligados ou de se usar, durante os testes, pesadas fontes de corrente e de tensão, alternativa adotada para medições feitas em laboratório.

“As medições feitas em campo implicavam uma rotina complexa, envolvendo o desligamento da unidade consumidora”, explica Adelino Leandro Henriques,

engenheiro de Proteção da Receita e Utilização de Energia e gerente do projeto. “Então, só quando suspeitávamos de um problema fazíamos a programação do desligamento e, em seguida, a substituição dos equipamentos para testes em laboratório”.

Dados corretos

O projeto consiste em um sistema que envolve hardware e software para verificar a exatidão de TP e TC em serviço, em unidades consumidoras com tensão de fornecimento até 25 kV (Média Tensão). “Trata-se de instrumento simples, portátil, feito para avaliar as condições dos transformadores para instrumento em campo e que aponta a eventual necessidade de sua substituição”, afirma Adelino. “Esse sistema permite a instalação de um equipamento chamado TC-Padrão (e/ou TP-Padrão), previamente calibrado, que é a referência da Cemig na comparação com os dados do TC (TP) de medição”, explica o gerente. “Exatamente por isso, ele permite identificar e corrigir rapidamente eventuais deficiências dos TIs, evitando, também, desligamentos desnecessários de unidades consumidoras para envio de equipamentos ao laboratório de testes”.

O projeto, concluído no ano passado, permite que os instrumentos projetados para as verificações em campo realizem a medição em Média Tensão e promovam o isolamento entre a Média e a Baixa Tensão por meio de fibra óptica.

Os testes foram feitos em algumas unidades do Triângulo Mineiro e de Belo Horizonte e, embora haja correções a fazer, a instituição parceira, a Comprove Engenharia, de Uberlândia, pretende produzir o sistema em escala industrial e vendê-lo para as distribuidoras de energia. “Não existe sistema similar no mercado, mas apenas um modelo norte-americano que possibilita a verificação somente de TCs”, lembra Adelino. “E a Cemig vai receber royalties por ele”. ●



Resultados: identificação e correção de eventuais deficiências dos TIs.

Tecnologia 100% brasileira

No mundo da ciência e da tecnologia, inovação é sinônimo de investimento, seja público ou privado. Durante a época em que as restrições inviabilizavam as importações, a Cemig procurou parcerias para desenvolver tecnologia nacional de ponta, similar à que já vinha sendo criada fora do País. A Conprove Engenharia, uma empresa que há mais de 20 anos vem se especializando no desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, foi uma das parceiras escolhidas.

A organização ficou responsável pela coordenação técnica do projeto, realizando a parte de pesquisa e desenvolvimento. Os testes de campo ocorreram em instalações da Cemig, com o apoio da equipe técnica, o que foi fundamental para avaliar os resultados, tanto do ponto de vista técnico quanto operacional e de segurança. “Recebemos o apoio necessário, sempre com uma visão de parceria e de compreensão, com pleno entendimento do que realmente é um desenvolvimento tecnológico”, explica Paulo Sérgio Pereira, diretor da Conprove Engenharia.

Com a finalização do projeto, a Cemig detém uma nova tecnologia, 100% brasileira, com probabilidade de novos estudos para aperfeiçoamento do protótipo desenvolvido. “A Cemig já iniciou o uso dos equipamentos”, lembra Paulo Sérgio. “A partir de agora vamos considerar novas sugestões apresentadas pelas equipes de campo, o que vai nos permitir um processo seguro e contínuo de avaliação e aprimoramento”.

CAPACIDADE AMPLIADA

Linhas de transmissão estão mais eficientes

Imagine uma estrada que ficou estreita para o tráfego que passou a receber. O que seria mais econômico e racional? Ampliá-la ou dinamizar seu espaço, dividindo-a em mais faixas? O exemplo e sua resposta parecem simples, mas não são. Em geral, o assunto requer decisão gerencial, que deve levar em conta muitas variáveis.

Agora pense numa empresa que demandava o fornecimento de uma determinada quantidade de energia. Mas, a partir de novas necessidades, ela instala um novo equipamento e passa a exigir 50% a mais. Para atender a esse consumidor, a Cemig precisa utilizar as suas estradas, que são as Linhas de Transmissão (LTs), pois são elas que transportam a energia. Se estiverem congestionadas, atuando no limite, a energia provavelmente não chegará ao seu destino. Qual a melhor solução? Construir uma nova LT ou otimizar seu carregamento, criando mais “espaço” para a energia trafegar?

Variáveis

Solucionar esse problema foi um dos temas do projeto *Desenvolvimento de nova metodologia para determinação de carregamentos temporários e de curta duração de linhas de transmissão*, iniciado em 2004 e concluído em 2007, em parceria com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJP). Para trazer flexibilidade operativa (exploração acima da capacidade nominal, disponibilizando equipamentos para intervenções programadas, manutenções e transferências de carga) e também atender aos pedidos de aumento de demanda de energia, foi preciso desenvolver um método seguro, confiável e válido do ponto de vista de sua eficácia.

Sabe-se que, nos projetos de Linhas de Transmissão, as variáveis elétricas e ambientais (como a velocidade do vento, a corrente

e a temperatura ambiente) interferem no carregamento delas. Se mal utilizadas ou avaliadas, pode acontecer risco e dano, como o abaixamento do condutor violando distâncias de segurança ou a deformação irreversível dos condutores, o que resulta na subutilização deles para a transmissão de energia. “As normas que definem a capacidade das LTs são bastante conservadoras, a fim de evitar qualquer perigo. Mas sabemos que a real capacidade das linhas pode ser, em regime contínuo, até 15% ou 20% maior do que o previsto, desde que mantidos alguns cuidados”, afirma Helder Lara Ferreira, gerente de Operação e Manutenção Leste da Cemig Distribuição e gerente do projeto.

Esses cuidados incluem o monitoramento do aumento da carga com periodicidade mínima anual, a fim de avaliar os horizontes de esgotamento da LT; o planejamento das obras, em razão do crescimento verificado e previsto; o cumprimento rigoroso do cronograma da obra, sem postergação de prazos porque se está operando em condições de exploração próximas do limite máximo admissível; e rigor com as manutenções preventivas.

O aumento em curto prazo do carregamento significa maior aproveitamento do ativo da empresa, com elevados benefícios econômicos para a Cemig e para a sociedade. A alternativa mais segura para que esse aumento seja explorado é monitorar em tempo real essas variáveis nas LTs. No entanto, a alternativa esbarra no alto custo de equipamentos, sensores e transmissores.

Inovação

A metodologia determinística, atualmente adotada nos projetos de LT, utiliza valores fixos das variáveis elétricas e ambientais nas regiões onde se encontram as linhas. “Esse método não explora toda a capacidade das LTs”,



Otimização de linhas de transmissão: mais flexibilidade operativa para os equipamentos.

explica Sérgio Ricardo Barbosa, engenheiro de Planejamento da Operação na Cemig Distribuição, que trabalhou ativamente no projeto. “Por isso, escolhemos trabalhar com outra metodologia de análise e, com base nela, desenvolver um programa computacional que nos permitisse estabelecer critérios para avaliar a capacidade adicional temporária ou de curta duração das LTs”, afirma Sérgio.

Após pesquisas, estudos, testes e medições de campo, a equipe desenvolveu um método que já vinha sendo estudado em outras partes do mundo: a metodologia estatística. Por ela, a análise dos riscos para o aumento da capacidade das LTs é feita com base nas oscilações estatísticas das variáveis elétricas e ambientais, considerando a ocorrência desses fenômenos de maneira não fixa. A inovação foi combinar os métodos estatísticos com sistemas inteligentes para o aprimoramento das análises computacionais. Isso aumentou a segurança

na operação de sistemas elétricos que, para o operador, se tornaram de simples visualização e diagnóstico.

O produto final foi o software Sistema de Previsão de Carregamento de Linhas de Transmissão (SPCLT), atualmente instalado na rede da Cemig, utilizado pela gerência de Engenharia de Operação da Distribuição e de acesso livre pela internet e intranet para os usuários cadastrados.

Novas idéias

O protótipo do projeto foi testado e aferido em uma LT do sistema de distribuição em Barbacena. “O projeto atingiu seu objetivo e gerou uma metodologia de análise segura e confiável nos meios acadêmicos, permitindo explorar os nossos ativos de LT de forma otimizada”, afirma Helder.

O programa tem como base de dados o histórico de fatores climáticos da Cemig. É ele que orienta o levantamento de informações estatísticas, permitindo o cálculo dos riscos das variáveis que afetam as LTs. “O software torna o risco conhecido e permite que se previna contra ele”, explica Sérgio. “O uso da metodologia permite calcular as variáveis por regiões mapeadas de Minas Gerais, por mês e por dia, além de inserir o percentual do risco que a Empresa deseja correr. A partir de agora, as LTs da Cemig podem ser exploradas com mais eficiência e segurança dos riscos envolvidos”, afirma Sérgio.

Com o projeto nasceu a idéia de criar uma estação móvel de monitoramento de fatores climatológicos próximos às LTs. O equipamento foi comprado nos Estados Unidos e é composto de duas maletas com células fotovoltaicas, capazes de medir a direção e a velocidade do vento, a temperatura ambiente, a umidade e os

índices pluviométricos. Os dados são integrados ao SPCLT e todos os usuários usufruem a atualização permanente. ●



Inovação: método combina estatística com sistemas inteligentes.

Relevância incontestável

Em 2002, pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e de outras instituições de ensino superior de Minas Gerais foram convidados pela Cemig para explanar sobre temas e pesquisas de potencial interesse para a Concessionária. O resultado gerou dois projetos de Pesquisa e Desenvolvimento.

Um deles é o P&D *Desenvolvimento de nova metodologia para determinação de carregamentos temporários e de curta duração de linhas de transmissão*, iniciado em 2004 e que aborda a ampacidade em linhas aéreas e a aplicação de sobrecargas temporárias e de longa duração sobre elas. “A Universidade teve a oportunidade de estudar um problema real da engenharia elétrica, de relevância técnica incontestável”, afirma Márcio de Pinho Vinagre, professor do departamento de Circuitos Elétricos da Faculdade de Engenharia da UFJF. “O resultado final permitiu ganhos para ambas as partes, pois a Universidade adquiriu experiência em uma área importante de pesquisa, enquanto a Cemig pode dispor de um produto final que ajuda os técnicos na tomada de decisões para a operação do sistema”, explica.

Para o professor, por ser uma das maiores empresas brasileiras de energia elétrica, a Cemig deve se tornar detentora de tecnologias que aumentem sua eficácia. “Qualquer solução tecnológica que crie dependência internacional deve ser substituída por soluções brasileiras que fiquem dentro da própria empresa”, diz ele. “Dessa forma, a Cemig ganha em qualificação de pessoal e dos parceiros, ampliando sua atuação como empresa que investe em pesquisa e tecnologia”.

TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE

Insumo básico e estratégico para a Cemig, a tecnologia agrega valor aos serviços e negócios da Empresa, seja por meio de seus processos, produtos, serviços, equipamentos e instalações, seja mediante a capacitação de seus empregados e parceiros. Tecnologia para a Cemig significa inovação gerenciada e ambientalmente correta, que deve ser utilizada de maneira adequada e condizente com os resultados almejados.

Para garantir a vanguarda da Cemig na utilização, adaptação e desenvolvimento de tecnologias mais avançadas e adequadas aos seus processos produtivos, a Empresa utiliza a metodologia de Gestão Estratégica de Tecnologia. Isso implica o desenvolvimento de parcerias com universidades e entidades de pesquisa, prospecção e análise da evolução dos cenários tecnológicos, com o estabelecimento das estratégias, diretrizes e ações de cunho tecnológico para atuação empresarial, em coordenação com o Comitê de Gestão Estratégica de Tecnologia (CoGET).

A importância da tecnologia como pilar de sustentação da estratégia empresarial, o elevado volume de recursos alocados anualmente em Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e a necessidade de potencializar os resultados dessas iniciativas justificaram a criação, em 2006, do Centro de Gestão Estratégica de Tecnologia (CGET). Trata-se de uma associação que busca promover a pesquisa e o desenvolvimento de inovações tecnológicas. A Cemig também celebrou, em 2007, 13 convênios de cooperação técnico-científica para apoio ao desenvolvimento dos projetos de P&D das empresas Cemig.

Como exemplo do resultado desses acordos, a Cemig mostrou, durante a Semana de Inovação



Tecnológica, realizada pela Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas em maio de 2007, o veículo aéreo não tripulado (VANT), cujos protótipos se encontram em testes. Os VANTs são aeronaves que permitem a realização de missões autônomas pré-programadas com a obtenção de imagens aéreas (fotos, filmes, infravermelho, etc.). A perspectiva é que tais veículos possibilitem enorme contribuição para as inspeções aéreas de várias instalações da Cemig como linhas de transmissão, redes

e reservatórios. Outro exemplo foi o veículo elétrico desenvolvido em parceria com a Itaipu Binacional e a Fiat Automóveis, que visa reduzir o uso de combustíveis fósseis e abrir novo nicho no mercado de energia elétrica.

O investimento da Cemig em pesquisa e desenvolvimento tecnológico contempla, prioritariamente, os projetos que compõem os Programas Anuais de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Cemig, nos termos da Lei Federal nº 9.991, submetidos à aprovação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Dentre os 82 projetos concluídos, a maioria resultou em produtos incorporados ao dia-a-dia da Empresa. Diversos métodos de engenharia, softwares, dispositivos e equipamentos foram desenvolvidos e aplicados, contribuindo para a redução de custos operacionais, aumento da confiabilidade e segurança dos sistemas e instalações da Cemig, controle ambiental e desenvolvimento de alternativas energéticas.

No ano passado, a Empresa consolidou mapas e estratégias durante seu processo de Gestão da Estratégia e, para isso, utilizou a metodologia de Balanced Scorecard (BSC). O objetivo estratégico passou a ser o monitoramento e a redução

dos gaps ou distanciamentos tecnológicos, estabelecidos a partir de rotas e radares tecnológicos para diversos grupos temáticos de inovação, identificados conforme os processos operacionais das empresas Cemig.

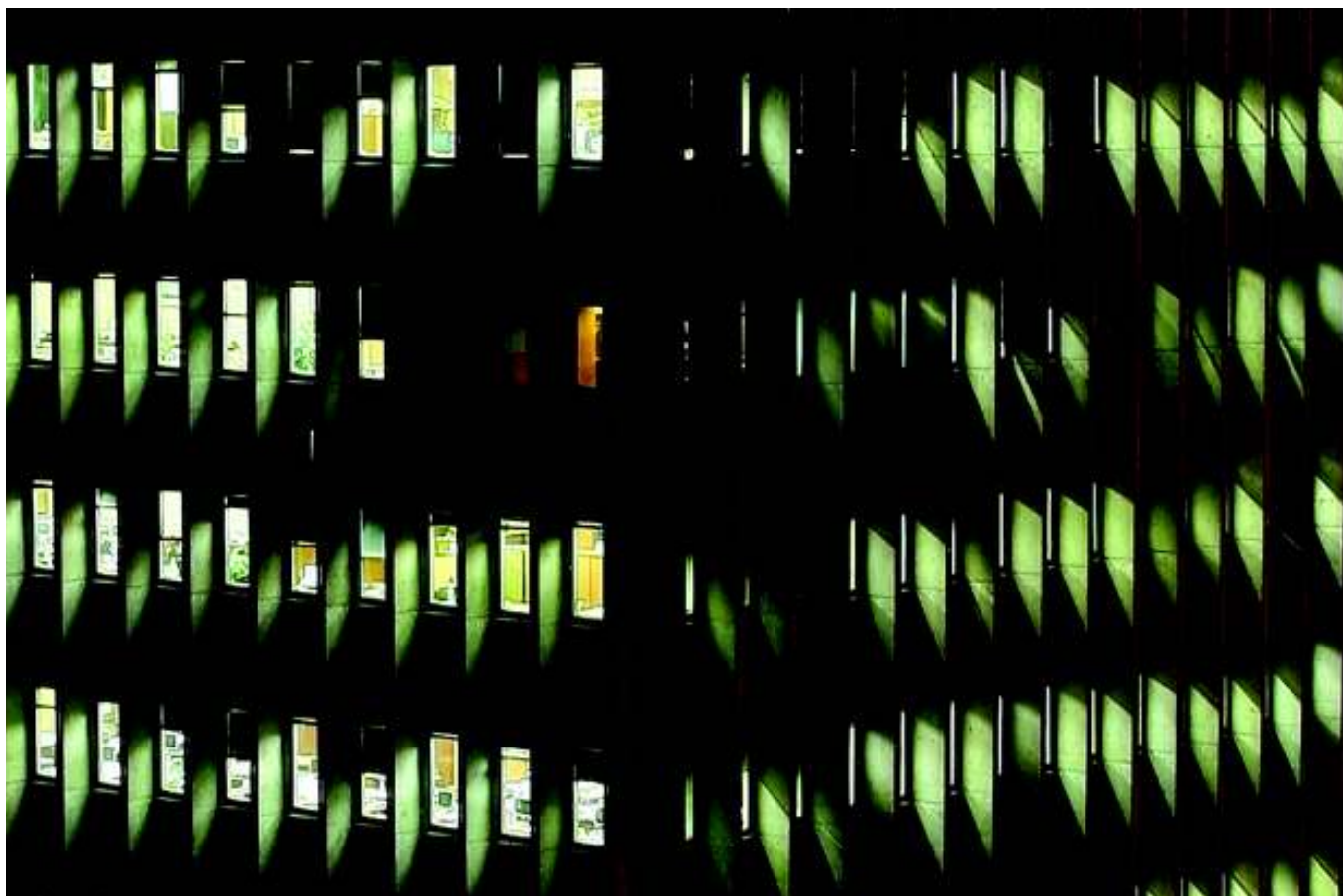
A gestão de alternativas energéticas na Empresa tem sido feita com o investimento em projetos que utilizam fontes de energia renováveis, com destaque para biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, energia solar e geração eólio-elétrica. Além deles, existem os projetos de uso racional da energia, co-geração e geração distribuída, utilizando diferentes combustíveis, como hidrogênio, gás natural, álcool e biodiesel.

No âmbito da Gestão Estratégica de Tecnologia, o Escritório de Marcas e Patentes atuou, em 2007, juntamente com o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) no registro e acompanhamento de 8 cartas-patente,

44 pedidos de privilégio sobre invenções, 60 marcas, 21 programas de computador e 35 obras do direito autoral. Também foram protocolados 2 novos pedidos de patente, 7 registros de marca e 2 registros de software. Atualmente, estão sendo analisados 8 pedidos de privilégio sobre invenções e 3 registros de programa de computador.

Estar sempre à frente na identificação, desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias voltadas para o setor elétrico e uso de fontes alternativas de energia garante à Cemig um lugar de destaque entre as empresas de energia e reafirma o compromisso da Empresa com os seus consumidores e com o desenvolvimento sustentável.

José Henrique Diniz
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. Para obter mais detalhes, acesse o site www.cemig.com.br.

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 (TE). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D002 - Projeto e Desenvolvimento de um Restaurador Dinâmico de Tensão - Tatiana Nesralla Ribeiro (OM/EO) - 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 (ER/LT). 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 (RC/UE). 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 (RC/UE). 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 (ER/LT).

P&D007 - Sistema de Gestão da Qualidade da Energia Elétrica - GERQUALI - Tatiana Nesralla Ribeiro (OM/EO). 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 (TE). 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 (TE). 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 (ED/CE). 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 (ED/CE). 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 (ED/CE). 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 (RC/UE). 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&DO16 - Abordagem Integrada da Eficiência Energética - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz (ED/CE). 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&DO17 - Avaliação Tecnológica da Energia Solar Fotovoltaica - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz (ED/CE) - 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&DO21 - Novas Técnicas de Manutenção Preditiva em Pára-raios - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins (OM/EM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&DO22 - Monitoramento e Diagnóstico de Equipamentos de Transformação e Manobra de Subestações - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins (OM/EM). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&DO23 - Revitalização de Transformadores de Potência - Álvaro Jorge Araújo Lopes Martins (OM/EM). Parceiras: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&DO24 - Novas Metodologias e Técnicas de Manutenção para Comutadores de Derivação Sob Carga (CDCs) - Ronald Moura (OM/EM). Parceiros: Asea Brown Boveri; Maschinenfabrik Reinhausen.

P&DO25 - Sistema de Localização de Falhas para Redes de Distribuição - Heitor Martins Veloso (OM/EO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&DO28 - Sistema Localizador de Falhas para Linhas de Transmissão - Antônio Donizetti de Andrade (OM/EM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&DO29 - Aplicação de Compósitos em Estruturas de LTs e SEs - Humberto Romério de Meneses (ER/LS) - Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

P&DO30 - Conector de Sacrifício - Roberto Márcio Coutinho (ER/SE). Parceiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel).

P&D31 - Efeito da Estratificação do Solo na Impedância de Impulso de Torres de Linhas de Transmissão - Paulo José Clebicar Nogueira (ER/LS). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&DO32 - INSPETOR - Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens - Adelaide Linhares Carvalho Carim (GA/SM).

P&DO33 - Influência da Climatologia na Previsão de Carga - Ruiبران Januário dos Reis (GT/PH). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&DO34 - Pesquisa e Desenvolvimento de Monitoramento Contínuo de Eficiência de Turbinas Hidráulicas - Ernani Wagner Soares (GA/OM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&DO35 - Metodologia para Previsão de Longo e Curto Prazo de Tempestades Severas Utilizando Dados do Sistema de Localização de Tempestades (SLT) e Radar Meteorológico - Ruiبران Januário dos Reis (GT/PH). Parceiro: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

P&DO36 - Software para Sistema de Excitação de PCHs - Fábio José de Noronha (GA/OM).

P&DO37 - Problemas Causados pela Qualidade de Água na Manutenção de Usinas Hidrelétricas - Maria Edith Rolla (GA/PA). 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&D039 - Estudo Integrado da Vegetação Ciliar em Diversos Ecossistemas - Oscar Moura Ribeiro Neto (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA).

P&D040 - Transposição de Peixes em Reservatórios Hidrelétricos: Comportamento e Mortalidade - Vasco Campos Torquato (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D041 - Estudos de Metodologia para Minimizar Problemas Causados por Parada de Máquina e Operação como Síncrono - Vasco Campos Torquato (GA/PA). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D042 - Inventário de Fauna e Flora das Estações Ambientais da CEMIG - Jefferson Ribeiro da Silva (GA/PA). Parceiras: Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade Federal de Viçosa (UFV).

P&D043 - Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias de Manejo do Fogo - Márcio Rodrigues Corrêa (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Viçosa (UFV).

P&D044 - Conexão de Unidades de Geração Distribuída de Energia ao Sistema Elétrico - Sebastião Vidigal Fernandes Júnior (PL). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

P&D045 - Avaliação da Confiabilidade Integrada do Sistema Elétrico - Cleber Esteves Sacramento (PL). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D047 - Avaliação de Parâmetros de Máquinas Síncronas - Jorge Luiz Teixeira (PL). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D048 - Modelo de Forno a Arco Compensado - Jorge Luiz Teixeira (PL). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D049 - Critérios e Procedimentos para Compensação Reativa e Controle de Tensão - José Roberto Valadares (PL). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D050 - Laboratório Experimental para Produção de Hidrogênio para Uso como Vetor Energético - José Henrique Diniz (TE). 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&D051 - Usina Termelétrica Solar Experimental de 10 kW Utilizando Concentradores Cilíndrico-Parabólicos - Alexandre Heringer Lisboa (TE). Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

P&D052 - 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 (TE). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D054 - Previsor de Carga On-line - Wilson Fernandes Lage (TR/SO). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D055 - Sistema para Tratamento de Alarmes - Lúcia Helena Souza de Toledo (TR/SO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D059 - Medição de Descargas Parciais de Transformadores de Instrumentos até 550 KV no Campo - Jéferson Inácio Lopes (TR/MN). Parceiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel).

P&D062 - Cultivo de Peixes Nativos e Zoneamento de Reservatórios - Oscar Moura Ribeiro Neto (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA).

P&D063 - Acidentes com LTs - Estudo da Camada Limite do Vento em uma Linha Piloto em Operação - Carlos Alexandre Meireles Nascimento (ER/LT). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D064 - Estudo de Técnicas de Bioengenharia de Solos para Controle de Erosão em Margens de Reservatórios - Márcio Rodrigues Corrêa (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D065 - 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 (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Viçosa (UFV).

P&D068 - Desenvolvimento de Software Conversor de Protocolos para Integração de Equipamentos de Proteção, Controle, Supervisão e Automação de Subestações - Anderson Fleming de Souza (ER/SE). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

P&D070 - Cogeração de Energia em Forno Rotativo de Calcinação de Cimento - Eduardo Costa Vasconcelos (RL/IB). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D071 - Avaliação de Aspectos Ergonômicos da Função de Eletricista de Redes de Distribuição - Willes de Oliveira e Souza (RH/ST). Parceira: Fundação Educacional Lucas Machado (Feluma), mantenedora da Faculdade de Ciências Médicas de Belo Horizonte.

P&D072 - Desenvolvimento de Funções Avançadas de EMS (Energy Management System) para Sistemas de Subtransmissão - Ricardo Luiz J. Carnevalli (OM/EO). Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

P&D073 - Desenvolvimento de um Programa Computacional para Avaliar o Controle Coordenado de Tensão Aplicada ao Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos - Valério Oscar de Albuquerque (PL). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D074 - Desenvolvimento de Tecnologia de Análise de Redes de Distribuição com Geração Distribuída e Reconfiguração de Redes Elétricas - Helder Lara Ferreira (OM/EO). Parceira: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

P&D075 - 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 (ED/CE). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D076 - Estudos Hidrológicos Sobre o Regime de Produção de Água das Bacias de Drenagem de Cabeceira - Márcio Rodrigues Corrêa (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA)/Centro de Excelência em Matas Ciliares.

P&D079 - Desenvolvimento de Metodologia para Previsão de Tempestades Severas com Antecedência de 72 horas - Ruiبران Januário dos Reis (GT/PH). Parceiras: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

P&D080 - Estudo de Barreiras Elétricas para Impedimento de Entrada de Peixes em Turbinas Hidráulicas - João de Magalhães Lopes (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D081 - Desenvolvimento de Software a ser Integrado em Sistemas de Análise de Perturbações - Weber Melo de Sousa (GT/PO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D082 - Aproveitamento da Vazão de Atração do Sistema de Transposição de Peixes para Geração de Energia Elétrica - João de Magalhães Lopes (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D084 - Predição e Análise de Informações de Monitoramento em Tempo Real de LTs - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento (ER/LT). Parceira: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

P&D094 - 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 (GA/PA). Parceiros: Bio-Ambiental Consultoria Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).

P&D096 - 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 (RC/PR). Parceiros: Serviços Eletrotécnicos Indústria e Comércio; Tech-Trade Empreendimentos Tecnológicos Ltda.

P&D097 - Desenvolvimento de um Protótipo de Pilha a Combustível de Óxido Sólido de 50 W - José Henrique Diniz (TE). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D098 - Pesquisa e Desenvolvimento de Monitoramento Contínuo da Eficiência de Usinas Térmicas - Webber Eustáquio Pereira de Aguiar (GA/OM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D099 - Elaboração de Especificação Funcional e por Desempenho de Sistemas PLC com Baixas Taxas de Transmissão de Dados - Carlos Alberto Monteiro Leitão (RC/ME). Parceiro: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

P&D100 - Desenvolvimento de Metodologias para Propagação de Ondas de Cheia em Cenários de Operação Extrema e de Ruptura de Barragens - Luiz César Mendes Botelho (GT/PH). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D101 - Repotencialização de Linhas Aéreas de Transmissão Utilizando Cabos Condutores Especiais Associados a Altíssima Temperatura de Operação - Giovani Eduardo Braga (ER/LT). Parceiros: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Sumitomo Corporation do Brasil S.A.

P&D102 - Desenvolvimento de Técnicas Preditivas para a Detecção de Desgastes Prematuros em Hidrogeradores - Adriana de Castro Passos (GT/LS).

P&D103 - Desenvolvimento de Sistema de Chaveamento Automatizado de 138 KV Utilizando Estrutura de Linha de Transmissão - Paulo Roberto Freitas Carvalho Costa (ER/SE). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D104 - Sistema de Gestão da Tecnologia e da Inovação - Jose Henrique Diniz (TE). Parceiras: Fundação Dom Cabral; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D106 - 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 (ER/LT). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D108 - Produção de Hidrogênio através da Reforma de Etanol - André Martins Carvalho (TE). Parceiras: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp); Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

P&D109 - Laboratório Avançado de Geomarketing - Marden Menezes (ED/PM). 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 (ER/LT). 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 (GA/OM). 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 (GT/PH). 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 (OM/EM). 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 (GA/OM). 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 (OM/EO). 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 (GT/PH). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

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

PSD120 - Fundação Helicoidal - Márcio Elízio da Rocha Pereira (ER/SE). 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 (GR/EC). Parceira: Engenharia de Concreto e Solos Ltda.

PSD123 - Sistema de Geração de Energia com Motor Stirling - André Martins Carvalho (TE). 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 (ED/CE). 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 (GT/PH). 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 (RC/MP). Parceira: Conprove Engenharia Ltda.

PSD127 - Processamento de Silício para Fabricação de Células Solares de Baixo Custo - Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz (ED/CE). Parceiras: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

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 (ED/CE). 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 (ED/CE). 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 (GA/OM). 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 (ED/CE). Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD132 - Desenvolvimento de Metodologias e Pesquisas no Ecossistema e em Plantas de Usinas Hidrelétricas para Controle do Mexilhão Dourado - Maria Edith Rolla (GA/PA). Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

PSD134 - Nova Concepção de Estruturas para Rede de Distribuição Rural - RDR - Inês Maria Faria Dângelo Baeta (ED/CE). 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 (OM/EO). 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 - Erivaldo Costa Couto (ED/CE). 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 (RC/PR). Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

PSD141 - Produção de Biodiesel para Geração de Energia Elétrica em Microturbinas e Motores Estacionários - André Martins Carvalho (TE). Parceira: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

PSD142 - Estudos sobre o Comportamento dos Grupos Geradores de Centrais Hidrelétricas Operando sob Diferentes Modos Operativos e sua Influência na Ictiofauna - João de Magalhães Lopes (GA/PA). 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 (PL). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

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

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

PSD148 - Seccionador Móvel 500 kV com Acionador Remoto - Geraldo Magela Gontijo (TR/MN). 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 (PL). 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).

PSD151 - 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 (NL). 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 (PL). 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 - Gernan Edson Guimarães (ER/LT). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD157 - 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 (GT/PO). Parceira: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

PSD158 - Desenvolvimento de um Sistema Especialista para Avaliação de Impactos Ambientais - Roberto Maychel Soares da Silveira (GR/AL) - 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 (ER/VT). 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 (PL). 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 (PL). 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 (ER/LT). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD163 - Sistema de Monitoramento, Diagnóstico e Projeção de Vida Útil Residual de Disjuntores - Marcos Aurélio Aguiar (OM/EM). Parceiros: Asea Brown Boveri; PR Engenharia Elétrica e Automação Ltda; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD164 - Gateway para Integração de Sistemas de Medição - Flávio Henrique Martins Vieira (RC/ME). 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 (OM/EM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD168 - Metodologia para Determinação do Carregamento Admissível de Transformadores de Distribuição Baseado no Modelo Térmico e no Envelhecimento do Papel Isolante - Erivaldo Costa Couto (ED/CE). 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 - Nílton Soares da Silva (OM/EM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD170 - Protótipo para Monitoramento e Diagnóstico Automático de Falhas em Para-raios, Incluindo os de Carboneto de Silício, Utilizando Técnicas de Sistema de Infravermelho - Nílton Soares da Silva (OM/EM). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD171 - Desenvolvimento de Programa de Cálculo Automático de Curto-Circuito e Coordenação da Proteção de Média Tensão Utilizando Interface Gráfica Geograficamente Real - Alexandre Sales Braz (OM/EO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD172 - Desenvolvimento de um Padrão Portátil de Baixo Custo para Inspeção e Verificação de Medidores de Energia Elétrica em Campo - Adelino Leandro Henriques (RC/PR). Parceiras: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Nansen S.A. - Instrumentos de Precisão.

PSD173 - Sistema de Localização de Falhas para Redes e Linhas de Distribuição - Heitor Martins Veloso (OM/EO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD174 - Sistema Inteligente de Baixo Custo para Controle Integrado de Cargas Elétricas - CICAe - Eduardo Carvalhaes Nobre (RC/PR). Parceiros: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD175 - Otimização de Controle de Tensão em Sistemas de Distribuição - Roberto Coelho de Berrêdo (ED/CE). Parceiros: Concert Technologies; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD176 - 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 - Márcio Rodrigues Correa (GA/PA). Parceira: Universidade Federal de Lavras (UFLA).

PSD177 - Diagnóstico de Desgastes por Cavitação em Turbinas Hidráulicas - Carlos Aloysio Costa Diniz (GA/OM). Parceiros: Sá Carvalho S.A.; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD178 - Desenvolvimento de uma Central de Diagnóstico de Equipamentos de Subestações de Transmissão da Cemig, Utilizando Técnicas de Inteligência Computacional - Davidson Geraldo Ferreira (TR). Parceiras: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD179 - 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).

PSD180 - Equipamento para Automação de Redes de Distribuição Subterrâneas com Secundário Reticulado - Christian Luiz de Castro (RH/FA). Parceira: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD181 - 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 (TE). Parceira: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

PSD182 - Monitoramento e Inspeção de Sistemas Elétricos de Potência Utilizando Veículo Aéreo Não Tripulado - Maurício de Souza Abreu (TE). Parceira: Fundação para Inovações Tecnológicas (Fitec);

PSD183 - Avaliação Experimental de Sistemas de Aquecimento Solar Distrital para Comunidades Isoladas - Modelo de Sustentabilidade - Alexandre Heringer Lisboa (TE). Parceiro: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD184 - Comprovação Experimental de Metodologia de Avaliação de Transformadores de Potência em Situações de Operação Envolvendo Sobretensionamento e Sobrecarga - Sérgio Ricardo Barbosa (OM/EO). Parceira: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD185 - Geração Termelétrica Descentralizada para o Setor Siderúrgico - Carlos Renato França Maciel (RH/FA). Parceiras: Usina Termelétrica Barreiro; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD186 - Desenvolvimento de Metodologia de Decisão na Comercialização de Energia Elétrica - Clara Márcia Henriques de Almeida Vilela (CV). Parceira: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei).

PSD188 - Controle da Drenagem Ácida em Barragens de Terra e Enrocamento Utilizando Geossintéticos - Cleber José de Carvalho (EN/EC). Parceiro: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

PSD190 - Construção de um Sistema Otimizado Integrado de Concentradores Cilíndrico-Parabólicos e Rastreador Solar - Alexandre Heringer Lisboa (TE). Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

PSD192 - Tomada de Decisão na Escolha da Configuração Ótima de Feixes de Condutores para Linhas Aéreas de Transmissão - Edino Barbosa Giúdice Filho (EX/LD). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD 194 - Avaliação das Opções Tecnológicas para a Geração de Eletricidade a partir do Lixo Urbano e Poda de Árvores - Virgílio Almeida Medeiros (TE). Parceiros: Universidade Federal de Itajubá (Unifei); Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria.

PSD195 - Modelo de Transformadores de Potência Preciso para uma Ampla Faixa de Frequência.- Angélica da Costa Oliveira Rocha (PO/PL). Parceiro: COPPE / UFRJ.

PSD196 - Desenvolvimento de Metodologias para Revegetação e Recobrimento Vegetativo no Controle de Erosão em Taludes de Corte de Declividade Acentuada - Ênio Marcus Brandão Fonseca (ES/AM). Parceiros: Centro Brasileiro para Conservação da Natureza; Universidade Federal de Viçosa (UFV).

PSD200 - Desenvolvimento de Tecnologia para Avaliação de Características Natatórias da Ictiofauna Migradora Brasileira - João de Magalhães Lopes (AG/OE). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD201 - Desenvolvimento de Metodologia para Busca das Condições Ideais de Aplicação de Equipamentos de Proteção e Controle no Sistema Elétrico - Weber Melo de Sousa (PO/PL). Parceiro: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa.

PSD202 - Sistema de Previsão de Descargas Atmosféricas com Dois Dias de Antecedência - Rui Bran Januário dos Reis (PO/PE). Parceiro: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

PSD203 - Desenvolvimento de Metodologia de Determinação de Vazão Ecológica por Bioindicadores - Marcelo de Deus Melo (PO/PE). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

PSD204 - Desenvolvimento de Sistema Computacional para Caracterização Automática e Identificação de Erros em Registros Oscilográficos - Weber Melo de Sousa (PO/PL). Parceiro: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa.

PSD205 - 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 (PO/PE). Parceiros: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&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 (PL/LS). Parceiro: Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D208 - Desenvolvimento de Técnicas de Reprodução e Larvicultura de Siluriformes na Estação de Piscicultura de Volta Grande - João de Magalhães Lopes (AG/OE). Parceiros: Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D209 - Projeto e Desenvolvimento de um Restaurador Dinâmico de Tensão_Extensão - Tatiana Nesralla Ribeiro (IR/CR). Parceiros: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Fundação Christiano Ottoni/Escola de Engenharia.

P&D210 - Desenvolvimento de Modelos e Métodos para Otimização da Expansão do Sistema de Distribuição de Média Tensão - Luciene Rezende Silva (PL/RD). Parceiros: Instituto de Pesquisa em Sistema de Informação e Decisão; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D211 - Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Simulação do Comportamento Dinâmico de Relés de Duas ou mais Grandezas - Júlio César Marques de Lima (OM/EO). Parceiro: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa.

P&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 (RC/PR). Parceiros: Fundação Pesquisa e Assessoramento a Indústria; Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

P&D213 - Desenvolvimento de Metodologia de Descontaminação de Solos Impregnados por Óleo Mineral Isolante - Flavio da Costa Santos (DO/UL). Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

P&D214 - Desenvolvimento de Metodologia Utilizando Técnica de Medição Direta para Modelagem de Cargas do Sistema - Marcelo Batista do Amaral (DL/MM). Parceiros: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); Fundação Centro Tecnológico de Juiz de Fora.

P&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 - Tatiana Nesralla Ribeiro (IR/CR). Parceiros: Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria; Universidade Federal de Itajubá (Unifei); Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

P&D217 - Sistema de Proteção da Receita Baseado em Redes Neurais Artificiais - Interface com WGOI - Adelino Leandro Henriques (RC/PR). Parceiros: SENERGY Sistemas de Medição S/A; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D218 - Desenvolvimento de um Equipamento para Detecção e Localização On Line de Furto de Cabos e Equipamentos - Marcio José do Prado (DO/MT). Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

P&D221 - Sistema de Monitoramento de Subestações - Pesquisa Aplicada - Marcelo Alexandre Costa (EG/EA). Parceiros: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D222 - Desenvolvimento de um "Relé Inteligente" para Proteção de Bancos de Capacitores 138 kV - Configuração Estrela-Aterrada - Marisa Lages Murta (EX/SE). Parceiros: UFMG; Fundação Christiano Ottoni.

P&D223 - Desenvolvimento e Otimização de Modelos de Camada Limite Atmosférica para Aplicação em Projeto de Linhas Aéreas - Carlos Alexandre Meireles do Nascimento (EG/EA). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D224 - Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Análise de Afundamento de Tensão Aplicada ao Planejamento da Expansão - Tiago Vilela Menezes (PL/LS). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&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 - Gernan Edson Guimarães (CS). Parceiro: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG).

P&D227 - Desenvolvimento de Modelo de Transferência de Tecnologias a Empresas da Cadeia Produtiva do Setor Elétrico - Luiz Carlos Leal Cherchiglia (TE). Parceiros: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); Fundação Dom Cabral.

P&D228 - Aplicações de Nanotubos de Carbono em Membranas de Troca Protônicas para Células a Combustível - Érika Silveira Torres (TE/AE). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D230 - Concreto Laminar Envelopado - Márcio Elízio da Rocha Pereira (DDN). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D231 - Unidade Geradora de Indução - Uma Alternativa para a Geração Distribuída em PCHs - Irlan Marcos Soares (AG/TA). Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

P&D232 - Desenvolvimento de Membrana Polimérica para Célula a Combustível - Érika Silveira Torres (TE/AE). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D234 - Desenvolvimento de Centrais Eólicas Adaptadas às Condições de Vento do Estado de Minas Gerais - Alexandre Heringer Lisboa (TE). Parceiro: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

P&D236 - Desenvolvimento de Metodologia de Otimização de Alocação de Fontes de Potência Reativa em Sistemas de Distribuição - Whester Jubert de Araújo (PL/RD). Parceiros: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

P&D237 - Avaliação Teórico-experimental da Gaseificação de Biomassa para o Acionamento de Células a Combustível de Óxido Sólido (SOFC) - Virgílio Almeida Medeiros (TE). Parceiro: Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei).

P&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 (DO/MT). Parceiro: Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

P&D240 - Detecção de Falhas de Alta Impedância em Linhas de Distribuição - Eduardo Miguel Raposo (OM/EM). Parceiro: Fundação Educacional Montes Claros.

P&D241 - Desenvolvimento de Software para Conversão Automática de Diagramas de Operação de Subestações em Quadros Sinóticos e Base de Dados Digitalizada - Bernadete Maria de Mendonça Neta (EG/SD). Parceiros: Audiolab Automação e Software Ltda.; Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).