

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

revista **P & D**

INFORMATIVO DO PROGRAMA
DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE
TECNOLOGIA DA CEMIG 2017 Nº 12

CEMIG

**COM O CEMIG
ATENDE,
A SOLUÇÃO
TÁ NA MÃO.**

**BAIXE O APLICATIVO
CEMIG ATENDE
E FACILITE SUA VIDA.**

Com o Cemig Atende, você resolve o que precisa a qualquer hora, onde quer que você esteja.

CEMIG ATENDE.
Toda essa energia é por você.

Acesse
www.cemigatende.com.br.



ÍNDICE



06

ENTREVISTA - Os novos paradigmas da inovação 06

Frederico Bruno Ribas Soares, Gerente de Tecnologia e Inovação da Cemig, fala sobre os avanços da Cemig e de Minas Gerais na construção de um ambiente favorável à inovação.

Tecnologia para medição de consumo torna redes de energia mais inteligentes 12

Projeto desenvolve *hardwares* e *softwares* de medição remota do consumo de energia.

Robôs e termografia ajudam a melhorar a segurança nas subestações da Cemig 15

Robôs e equipamentos termográficos saíram dos livros de ficção científica e já garantem segurança no fornecimento de energia.

Cemig inaugura a primeira agência acessível do país 18

Agência Você incorporou inovações para atender com mais conforto aos portadores de necessidades.

Uma nova luz para evitar grandes blecautes 22

Software modela e simula falhas das malhas de regulação das unidades geradoras hidrelétricas, ajudando a entender e evitar "apagões".

Novo aplicativo vai apoiar gestão segura das barragens 25

Sistema Inteligente, que integra tecnologia *web* e *mobile*, permite avanços na gestão de emergências envolvendo barragens.

Tecnologia 3D garante segurança na inspeção de linhas de transmissão 28

Aplicações avançadas da tecnologia 3D, recriam, a partir de dados multi-dimensionais, imagens das torres e linhas de transmissão da Cemig.

Solução inteligente pacifica convivência entre redes de energia e o meio ambiente 31

Software de gestão de manejo da arborização junto às redes elétricas protege ativos da Cemig e evita cortes desnecessários de árvores.

Cemig investe em tecnologias para reduzir perdas de energia 33

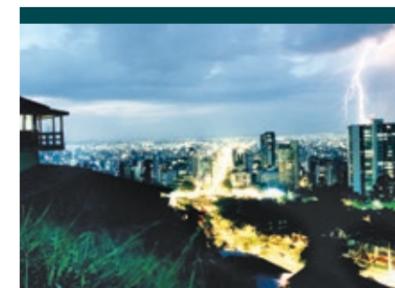
O novo *software* foi testado na UniverCemig, em Sete Lagoas, e investiga a possibilidade de uso da tecnologia Volt/VAR.

Projeto minimiza incertezas e desenha cenários futuros 36

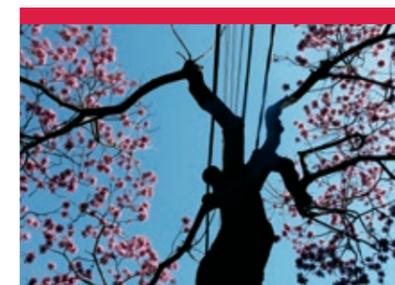
O objetivo é desenvolver um sistema capaz de desenhar cenários macroeconômicos futuros, para reduzir o grau de incerteza na tomada das decisões que envolvem a companhia.



12



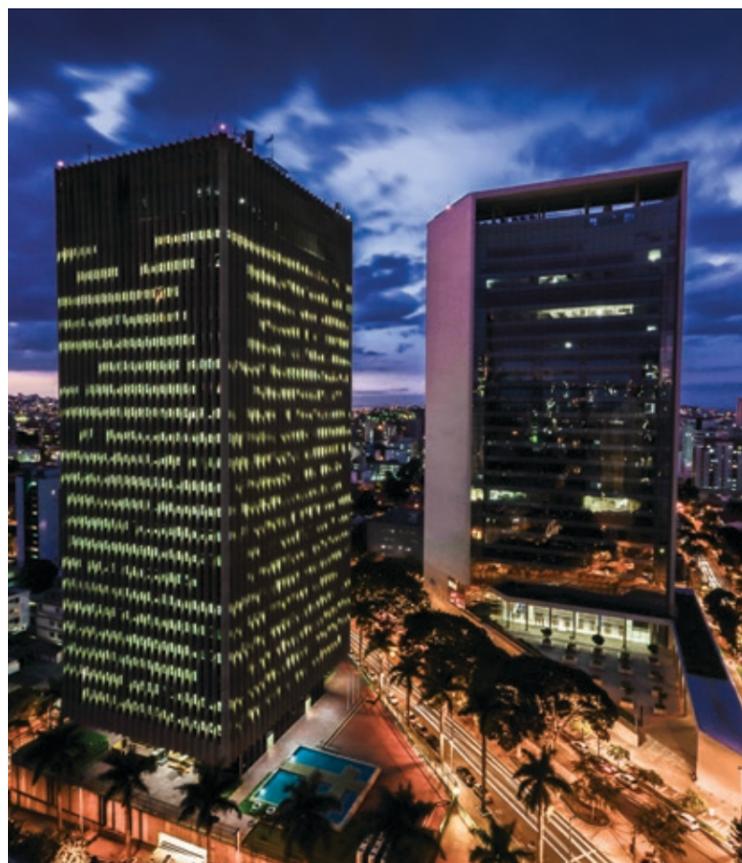
22



31

Diretoria

- Diretor-Presidente:**
Bernardo Afonso Salomão de Alvarenga
- Diretor Vice-Presidente:**
Bernardo Afonso Salomão de Alvarenga, interina e cumulativamente com suas funções de Diretor-Presidente
- Diretor Comercial:**
Dimas Costa
- Diretor de Distribuição e Comercialização:**
Ronaldo Gomes de Abreu, interino
- Diretor de Desenvolvimento de Negócios:**
César Vaz de Melo Fernandes
- Diretor de Finanças e Relações com Investidores:**
Adézio de Almeida Lima
- Diretor de Gestão Empresarial:**
José de Araújo Lins Neto
- Diretor de Geração e Transmissão:**
Franklin Moreira Gonçalves
- Diretor Jurídico:**
Luciano de Araújo Ferraz
- Diretor de Relações Institucionais e Comunicação:**
Adézio de Almeida Lima, interina e cumulativamente com suas funções de Diretor de Finanças e Relações com Investidores
- Diretora de Relações e Recursos Humanos:**
Maura Galuppo Botelho Martins



Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

Informativo do Programa de Gestão Estratégica de Tecnologia da Cemig e dos Projetos de P&D Aneel - ISSN 2526-768X

Superintendência de Tecnologia, Inovação e Eficiência Energética
Carlos Renato Franca Maciel

Editada pela Superintendência de Comunicação Empresarial
Av. Barbacena, 1200 - 19º andar
Belo Horizonte - MG
imprensa@cemig.com.br
www.cemig.com.br

Editor Responsável
Lucas Souto Ferreira -
Reg. 18713/MG

Produção
Press Comunicação Empresarial
Dezoito Comunicação

Coordenação de Edição
Cláudio Homero Ferreira da Silva
Elizeth Nunes da Silva

Redação e edição
Silvana de Oliveira Santos

Revisão
Claudio Homero Ferreira Silva

Projeto Gráfico
É Editora!

Designers
Adriano Mor e Elisa Guilherme

Fotografia
ElderthTheza

Capa
iStock Photos

Impressão
Gráfica Tamóios Koloro Ltda.

Tiragem:
4 mil exemplares



INOVAÇÃO, O CAMINHO MAIS RÁPIDO PARA O FUTURO



Vivemos em uma sociedade cada vez mais urbana. Preferimos os ambientes climatizados, não gostamos de andar a pé e exigimos itens de conforto sofisticados. Mas não há como ter tudo isso sem ampliar nossa capacidade de produzir energia, se possível, limpa e renovável. A saída é inovar.

Inovar no mundo globalizado, tão dinâmico em suas demandas e cada vez mais tecnológico, não é apenas uma opção. É uma necessidade para garantir que nosso modo de vida seja sustentável, hoje e no futuro. Inovar é também uma imposição do mercado. A todo instante surgem novos métodos, produtos e serviços que alteram o ambiente de negócios, criando muitas oportunidades.

A Cemig está atenta e, por essa razão, tem ampliado de forma substantiva os investimentos no Programa de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D), cuja finalidade é fomentar o ecossistema de inovação, dentro e fora da empresa. Hoje, a Cemig responde por 20% dos investimentos totais do setor elétrico nacional em projetos de pesquisa.

Para a Cemig, investir em inovação significa ser cada vez mais competitiva. O incentivo à pesquisa e à formação de recursos humanos com alta especialização são essenciais para o desenvolvimento sustentável de Minas

Gerais e do Brasil. Já para os clientes da Cemig e para a sociedade, esses investimentos trarão muitos benefícios, novos serviços e maior modicidade tarifária, advinda de ganhos de eficiência operacional.

Conforme veremos nesta 12ª edição da revista P&D, os benefícios desses projetos vão além do desenvolvimento de novas tecnologias. São benefícios sociais, como é o caso da Agência Você, pioneira no aporte de inovações tecnológicas que asseguram acessibilidade aos portadores de necessidades especiais. São benefícios ambientais, como no caso do sistema computacional que ajuda a pacificar a convivência entre a rede elétrica e as árvores nos grandes centros urbanos; ou ainda do sistema que garante maior segurança na gestão de barragens.

A revista também apresenta projetos capazes de nos colocar mais próximos do futuro, como aqueles envolvendo tecnologias 3D, termografias ou diferentes formas de automação das operações da Cemig. Há ainda projetos idealizados para melhorar a gestão da empresa, antecipando riscos setoriais e permitindo maior segurança na tomada de decisões sobre o futuro da companhia.

A diretoria da Cemig e toda a equipe do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento, empresas do grupo, colaboradores e parceiros esperam que a leitura desta revista seja inspiradora e motivadora. A Cemig caminha para ser cada vez mais uma empresa de inovação.

Mas, na medida em que avança rumo à conquista de seus objetivos, a empresa espera ser capaz de inspirar mudanças sustentáveis e apontar os caminhos que nos levarão na direção de um futuro promissor. E a inovação, não há dúvidas, nos leva mais rápido a esse futuro.

ENTREVISTA: FREDERICO BRUNO RIBAS SOARES

Os novos paradigmas da inovação



“Precisamos induzir ambientes mais fluidos”

“A verdadeira aprendizagem floresce no caos.”
A frase célebre é de Marina Fanning, consultora da ONU e idealizadora do Empretec – o maior programa de capacitação empresarial do Brasil. Para os especialistas em inovação, apenas os ambientes “disruptivos” são capazes de gerar as melhores condições de aprendizagem e alimentar um ecossistema positivo para a inovação.

Frederico Bruno Ribas Soares, Gerente de Tecnologia e Inovação da Cemig, também acredita na força do caos focado e criativo. “Precisamos induzir os ambientes mais fluidos, orgânicos, não-lineares e quase caóticos

se quisermos de fato dar um salto na direção do futuro”, diz o engenheiro eletricista, que tem mestrado em Administração, com ênfase em Gestão de Portfólio de Projetos de Inovação. Responsável por liderar a equipe que cuida de um número cada vez maior de projetos de P&D na Cemig, ele diz que é necessário superar paradigmas e investir em novos modelos de gestão estratégica da tecnologia, para alcançar um ambiente empresarial propício à inovação.

Nesta entrevista, ele avalia o papel da Cemig como indutora de uma cultura inovadora e aponta os caminhos que podem transformar inovação em futuro.

A Cemig sempre foi reconhecida pela qualidade de seu corpo técnico. É uma das empresas do setor elétrico que mais investe em pesquisa. Podemos dizer que a cultura de inovação está consolidada na companhia?

Podemos dizer que a gestão da tecnologia e inovação dentro da Cemig vem evoluindo ao longo dos anos. A empresa sempre foi vanguardista e sempre primou por um alto nível de excelência técnica. Os funcionários sempre se orgulharam de um “padrão Cemig” de qualidade. Em 1998, a empresa já mantinha seis projetos de portfólio focados em inovação, desenvolvidos com recursos próprios. Dois anos mais tarde, a área de Tecnologia e Inovação foi institucionalizada. A Cemig saiu na frente, já que foi apenas no ano 2000 que a Lei 9991 definiu uma destinação obrigatória de recursos para esta finalidade. Nessa época, a Cemig contou com a colaboração da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da USP para estruturar o modelo de gestão do programa de pesquisa e desenvolvimento, com vistas à inovação. Por volta de 2005, a PUC, a Unicamp e a Fundação Dom Cabral também nos auxiliaram no aprimoramento do nosso modelo de gestão, que continua evoluindo ao longo destes anos. Dizer que a Cemig já consolidou uma cultura inovadora pode ser ainda prematuro, mas podemos afirmar que a empresa tem essa forte vocação e que tem se orientado e investido nesse sentido.

Qual é o tamanho desse investimento? Quantos projetos há hoje em carteira, qual é o número de pesquisadores dedicados aos projetos de tecnologia e inovação?

Investimos bastante. A estimativa é de que o grupo responda, sozinho, por 20% de todos os recursos aplicados em P&D pelo setor elétrico no Brasil. São cerca de 500 projetos de pesquisa, envolvendo mais de 100 gerentes, com recursos investidos da ordem de R\$ 585 milhões. Somente na área de geração distribuída e fontes alternativas de energia, já foram investidos mais de R\$ 189 milhões, divididos em mais de 90 projetos. Mas considero que mais importante do que o número de projetos em curso é a constatação de que tanto investimento gera conhecimento. A companhia já depositou 92 pedidos de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) desde 1992. Desses, 15 obtiveram cartas-patentes e 52 encontram-se em processo de avaliação. São números relevantes, considerando o padrão do setor elétrico nacional.

Recorte dos Projetos de Alternativas Energéticas

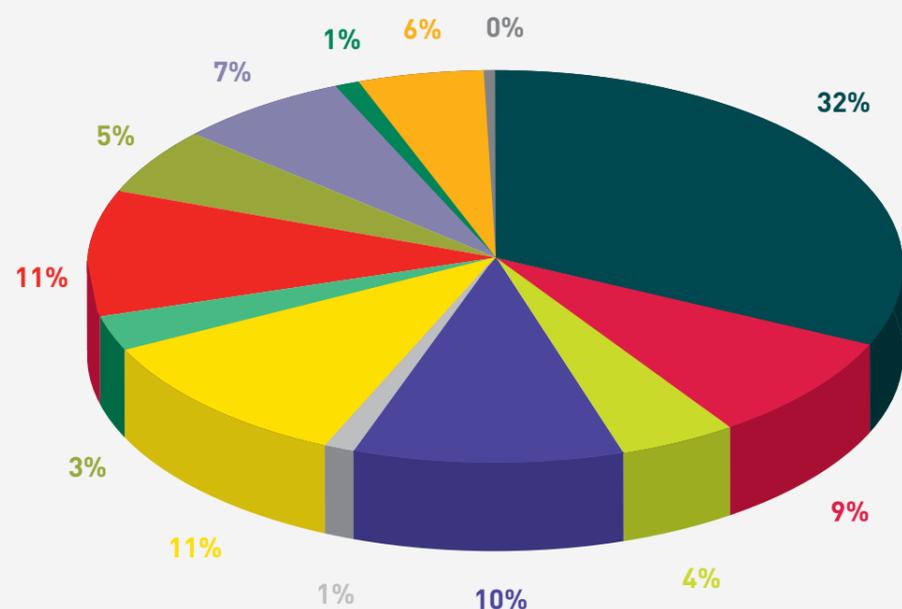
Consolidação Geral

Resultado	Total
Nº de projetos	28
Empresarial	57
Científico	170
Capacitação	52
Total de resultados	279

Por que é tão difícil inserir o país nesta rota da inovação? Minas Gerais e o Brasil estão na trilha certa?

A maior dificuldade de inserir o país e o estado na rota certa está em fazer as articulações e arranjos que nos levam à inovação, tarefa que é, de fato, desafiadora. Um ambiente de inovação precisa ter vários atores interagindo. Atores tão diferentes quanto uma grande empresa que fabrica produtos tecnológicos e uma nuvem de pequenas *startups*, como a que começa a se consolidar, por exemplo, em Belo Horizonte. As grandes empresas, que têm um departamento jurídico consolidado, que tem um departamento comercial consolidado, precisam conviver e interagir com essas *startups*, que não têm sequer um advogado ou uma área comercial estruturada. O que quero dizer é que são dois atores totalmente distintos, que precisam estar conectados. Isso não é uma coisa simples de se fazer. Além disso, é necessário que as instituições de fomento e as universidades estejam por perto. Que os governos e as políticas públicas deem suporte a esses arranjos. Que os marcos regulatórios deem conta de combinar todas essas diferenças institucionais e de culturas organizacionais. Esses atores precisam ter espaços de convivência, onde possam se encontrar e interagir. Isso não é uma tarefa fácil. Nesse sentido, pensando na economia como um todo, não podemos afirmar que o ecossistema de inovação brasileiro e mineiro já tenham alcançado um patamar satisfatório. Há muito trabalho a se fazer.

Histórico de Alocação dos projetos de P&D nos temas de pesquisa



Qual o papel da Cemig nesse sentido?

O nosso papel na Cemig é encarar o desafio de induzir um ambiente propício à inovação. Temos a ambição de deslocar as pessoas, dentro e fora do ambiente da empresa, de seus lugares de conforto. Estimulamos a abertura a novos relacionamentos institucionais, com atores os mais diversos possíveis, dentro e fora do setor elétrico. É desses encontros de pessoas diferentes que aparecem as rupturas de paradigmas e de modelos tradicionais. É essa disponibilidade para romper paradigmas, esse comportamento ousado que leva à inovação. Somente pela inovação podemos contribuir para a sustentabilidade e sobrevivência da empresa e esse pensamento precisa fazer parte da cultura corporativa. A inovação promove eficiência operacional. Mas também fomenta o desenvolvimento de novos negócios e soluções.

“É preciso conectar grandes e pequenas empresas, entidades de fomento, centros de produção de conhecimento, criando um ambiente aparentemente caótico, mas muito criativo.”

Essa palavra, disruptura, parece ter entrado na moda no Brasil. Isso já seria um sinal positivo, de que as pessoas estão falando a respeito?

Isso pode significar que as pessoas estão interessadas e que começam a entender os processos inovadores. A palavra disruptura significa algo que tem capacidade para romper ou alterar um paradigma vigente. Por coincidência, é uma palavra relacionada aos processos envolvendo a eletricidade. Disruptura é algo que causa a restauração súbita de uma corrente elétrica, provocando faíscas e gastando a energia acumulada. É uma ótima imagem para facilitar a compreensão sobre as dificuldades de se criar e consolidar uma cultura de inovação. Clayton Christensen, professor de Harvard, inventou esse termo inspirado no conceito de “destruição criativa” cunhado pelo economista Joseph Schumpeter para explicar os ciclos de negócios. Segundo Schumpeter, o capitalismo funciona em ciclos, e cada nova revolução industrial ou tecnológica destrói a anterior e toma seu mercado. No contexto da inovação, o termo serve para caracterizar um produto ou serviço que cria um novo mercado e desestabiliza os concorrentes que antes o dominavam.

No setor elétrico, como ocorre em outros setores, pode-se dizer que o problema está na falta de financiamento?

Não. É lógico que há países nos quais o nível de investimento em pesquisa e desenvolvimento é muito maior, mas a questão primordial não é essa. No setor elétrico nacional, desde 2000 a Aneel regula os investimentos obrigatórios em desenvolvimento tecnológico e isso tem permitido às empresas como a Cemig ampliarem o número de projetos, com resultados muito relevantes. No que se refere aos investimentos, hoje a Aneel é tão visível nesse ambiente de P&D quanto

a Finep ou o CNPq. A dificuldade não é só a alocação de recursos em projetos de P&D. É preciso criar mecanismos para lidar nesse ambiente. Considerar que o conhecimento é volátil, criando articulações que permitam que determinados setores se apropriem do conhecimento gerado em outros setores. É preciso ter ações de fomento, benefícios fiscais, enfim, uma série de mecanismos que

façam com que esse caos criativo seja capaz de romper paradigmas e gerar mudanças nos processos, nos serviços e produtos.

E o que poderia contribuir para incluir o tema inovação na agenda da sociedade?

Precisamos, em primeiro lugar, ampliar esse ecossistema da inovação. Estamos vivendo uma fase de transição. Até pouco tempo atrás, as empresas investiam em pesquisa básica ou com um foco muito grande no desenvolvimento de novos produtos. Uma das condições para um desenvolvimento sustentável está na capacidade de gerar conhecimento de forma continuada. Isso depende do desenvolvimento de políticas de incentivo também voltadas para ensino, pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. Além de produtos inovadores é necessário oferecer serviços inovadores. Isso vai fazer com que as pessoas entendam os benefícios da inovação e a sua relevância.

Resultados Globais do Programa	Quantidades
Patentes concedidas	15
Marcas registradas	49
Softwares registrados	59
Licenciamento	2
Artigos no Citenel	113
Artigos na Revista de P&D ANEEL	23
Benefícios fiscais da Lei do Bem	R\$ 80 milhões
Edições da Revista de P&D	12
Edições do FIT (Fórum de Inovação Tecnológica)	6

É o que a Cemig está fazendo quando investe, por exemplo, em uma agência acessível aos portadores de necessidades especiais?

Sim. As inovações aportadas na Agência Você mostram aos nossos clientes por que investir em inovação é importante. Nesse projeto foram desenvolvidas e implantadas soluções automatizadas para uma acessibilidade de forma mais ampla possível, isto é, procurando atender às diversas necessidades especiais por meio de soluções tecnológicas. A empresa precisa estar atenta a todas as oportunidades criadas pela variável tecnológica.

E como o movimento de empresas startups está sendo percebido pela Cemig no desenvolvimento de inovações?

O setor elétrico ainda é pouco conhecido pelas startups. Mas precisamos fazer com que nossas necessidades, problemas e a cadeia de processos como um todo cheguem a elas. Tanto o desenvolvimento de soluções que melhorem o desempenho operacional da companhia, quanto inovações que possam gerar novos negócios, são oportunidade de sinergia e parcerias benéficas a todos os atores dessa malha de inovação.

A Cemig funcionaria, nesse caso, como uma espécie de hub tecnológico, buscando soluções inovadoras a partir de conhecimentos que são produzidos de forma fracionada por diferentes agentes?

Sim, é mais ou menos isso. Hoje no Brasil esse ecossistema ainda está muito focado no desenvolvimento de aplicativos para smartphones dos usuários finais. O setor elétrico ainda não está visível para esses novos empreendedores. O ideal seria buscar uma integração entre grandes empresas, como a Cemig, e essas empresas, que são mais ágeis, mais leves e criativas. E que essa interação fosse dinâmica e envolvesse também outros agentes combinando as competências da rede de inovação como um todo. Essa interação será potencialmente benéfica tanto quanto esses agentes se deixarem modificar por essa convivência. Essa porosidade dos diferentes atores envolvidos catalisa o processo de inovação. E, no longo prazo, torna o desenvolvimento econômico mais sustentável. É preciso conectar grandes e pequenas empresas, entidades de fomento, centros de produção de conhecimento, universidades e centros de pesquisa, criando um ambiente aparentemente caótico, mas muito criativo. E esse é um dos papéis que estamos tentando cumprir aqui na Cemig. Precisamos induzir ambientes mais fluidos e orgânicos se quisermos de fato dar um salto na direção do futuro.

A Cemig ganhou recentemente, pela terceira vez, destaque no Prêmio 100 Open Startups. Esse é mais um movimento nessa direção?

Sim. O Prêmio do 100 Open Startups reúne as grandes empresas e também as startups mais promissoras do país. Mais que um evento, é um movimento que se utiliza de diferentes ferramentas para estimular os ecossistemas de inovação. As startups têm oportunidade de receber mentorias e participar de rodadas de negócios com executivos das maiores empresas brasileiras. E as empresas têm a oportunidade de lançar demandas que precisam resolver, estimulando as startups a buscarem essas soluções. O movimento faz um ranking das startups mais maduras, que são escolhidas pelos executivos. E também das grandes empresas mais engajadas em inovação, que são escolhidas pelas startups. De acordo com esse ranking, a Cemig está entre as 10

empresas mais engajadas em inovação no país. Nós lançamos no início de 2017 um edital com 27 demandas vindas das áreas do negócio. E recebemos quase 350 propostas, dos mais variados parceiros com potenciais soluções. É uma resposta excelente.

Quando falamos em inovação, estamos falando de sistemas de aprendizagem. Como acelerar esse processo em um país como o Brasil, onde a educação enfrenta tantos desafios?

Isso não é tão fácil, mas quebrar velhos paradigmas sociais pode ajudar. Paradigmas relacionados, por exemplo, à questão da vocação. Há alguns anos,

todo pai e toda mãe sonhava ver o filho formado em Medicina, Direito ou Engenharia, independentemente da vocação de seu filho. Tanto as famílias quanto a escola precisam dar mais atenção às vocações individuais. Porque acredito fortemente que um processo criativo decorre de um processo de entusiasmo e prazer em relação ao conhecimento e habilidades. Precisamos reabilitar as antigas feiras de ciência, que despertavam nas crianças e jovens o prazer de descobrir, perguntar, experimentar. Nesse ambiente, todos trabalham juntos, em rede, e ninguém tem medo do erro. Quem trabalha sozinho não inova. Quem tem medo de perguntar ou de errar, também não.



SMART GRID

Tecnologia para medição de consumo torna redes de energia mais inteligentes



Funcionário instalando Rede de Comunicação Híbrida

Você se lembra de como era a vida antes dos *smartphones*? Hoje parece impossível viver sem acessar e-mails, chamar um táxi, pedir comida ou fazer compras pelo celular. Então imagine como será no futuro, quando as redes de distribuição de energia também ganharem a denominação de “*smart*”. Esse futuro das *smart grids* – ou redes inteligentes de energia – começa a virar realidade na Cemig. O que vem por aí vai alterar radicalmente a forma como o consumidor vai lidar com a energia que chega a sua casa.

Um dos projetos da Cemig com potencial para mudar o futuro avalia as tecnologias usadas para medir o consumo de energia. O engenheiro Carlos Alberto

Monteiro Leitão, da Gerência de Engenharia de Ativos da Distribuição, gerenciou as pesquisas do “Sistema para Gestão de Iluminação Pública e Medição com uso de Rede de Comunicação Híbrida” – P&D D379 – e explica do que se trata: “*Smart grid* é um conceito abrangente, no qual uma rede de comunicação é aportada em uma rede de distribuição de energia e é gerenciada por sistemas computacionais apropriados. No contexto de medição, o que se vislumbra é criar soluções para que um medidor de consumo acoplado na rede de energia possa se comunicar remotamente com outros equipamentos e sistemas”.

A ideia é que seja possível, remotamente, medir o consumo energético de cada consumidor e enviar os dados a uma central de comando na Cemig. Entre outras coisas, essa inovação permitirá adotar um novo modelo de cobrança, no qual não haverá mais a coleta manual dos dados de consumo do medidor. Toda essa operação será automática, por meio da comunicação em rede de uma série de dispositivos e sistemas computacionais, comandados pela Cemig.

O desafio inicial do projeto foi criar um sistema de comunicação capaz de se conectar aos servidores de dados que já existiam no mercado tradicional, e que fosse aderente às diferentes tecnologias aportadas nas redes elétricas na área de atuação da Cemig.

Em algumas dessas regiões, assim como em países como EUA e Austrália, os medidores de energia utilizam uma antena de rádio-frequência (RF) para transmissão de dados. Ocorre que aqui o medidor fica acondicionado em uma caixa metálica lacrada, que blinda o sinal de radiofrequência, dificultando a transmissão dos dados coletados.

Já em países da Europa, como na Itália, utiliza-se a tecnologia PLC – *Power Line Communication*, por meio da qual a própria linha de energia é usada como meio físico das redes de comunicação. Mas, na Europa, a maior parte das redes é subterrânea, diferente do Brasil, onde as redes, em sua grande maioria, são aéreas. No nosso caso, há muitas conexões concentradas em postes, o que dificulta a propagação do sinal de transmissão dos dados.

Assim, o desafio do projeto era mapear o que há de melhor nessas duas tecnologias, desenvolver formas de integrá-las e fazer com que as duas possam ser usadas para tornar as redes de distribuição de energia da Cemig mais inteligentes.

Os pesquisadores vislumbraram também a possibilidade de utilizar os dispositivos de iluminação pública como elementos ativos de comunicação. A hipótese aventada era de que os relés fotoelétricos das lâmpadas estão em uma posição muito favorável e poderiam funcionar como um elemento facilitador da comunicação. Essa hipótese era potencialmente interessante, considerando que são os dispositivos de comunicação que tornam a implantação das *smart grids* tão cara. “Pensamos que se dominássemos essa tecnologia, contribuiríamos para a implantação de um sistema de comunicação mais eficiente e de menor custo para a Cemig”, explica o engenheiro.

Para se ter uma ideia do valor potencial da inovação, basta comparar o preço dos equipamentos. Um medidor com funções de comunicação integradas custa cerca de R\$ 800,00, enquanto um medidor convencional sai por R\$ 50,00. Essa diferença de quase 20 vezes torna difícil pensar em *smart grids*, já que o custo de implantação provocaria aumento significativo nas tarifas de energia. Para permitir o uso dessa tecnologia híbrida de acesso remoto aos dados de medição, os pesquisadores da Cemig, em parceria com o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), desenvolveram seis novos *hardwares* e, para cada um deles, um *software* embarcado específico.

Nos laboratórios do CPqD – que estão entre os mais bem equipados da América Latina em sua área de atuação – os pesquisadores também desenvolveram uma rede artificial para testes. Tudo isso gerou, ao final do projeto, sete pedidos de patente para a Cemig e o CPqD. Há também um módulo IP Inteligente, que auxilia na operação e na medição do consumo da rede de iluminação pública.

Antes de serem considerados válidos, os equipamentos e sistemas computacionais foram testados em laboratórios, em unidades de campo do CPqD até alcançarem a terceira fase de teste em unidades reais – implantadas na UniverCemig e em diversas unidades consumidoras em Sete Lagoas.

A fim de verificar a viabilidade da tecnologia de comunicação híbrida em condições reais de campo, foram desenvolvidos cerca de 80 protótipos dos



O gerente do P&D D379, Carlos Leitão, e parte da equipe envolvida no projeto

diversos tipos de equipamentos que constituem o sistema, para testes. Para que equipamentos e sistemas ganhem escala industrial, uma próxima etapa passa, após a seleção de um parceiro industrial adequado, pela fabricação de um "lote pioneiro" – isto é, um lote que ainda tem a função de teste –, assegurando que o desempenho será tão positivo quanto foi demonstrado na fase inicial de desenvolvimento.

As comodidades no futuro

Quando a implantação das redes inteligentes for uma realidade, a forma como o consumidor lida com a energia que chega a sua casa tenderá a mudar completamente. A primeira grande mudança virá na própria forma de medir o consumo, que será muito mais precisa e acabará com a necessidade de que um leiturista credenciado pela Cemig vá de casa em casa para fazer a medição.

Em um futuro próximo, podemos imaginar que os consumidores poderão ter acesso *on-line* à central de medição da Cemig, verificando em tempo real qual é o seu consumo de energia. Desta forma, seria possível, por exemplo, saber qual o valor do quilowatt-hora (kWh) cobrado pela concessionária nos momentos de picos de consumo e programar tarefas intensivas em energia – como passar roupa ou ligar o chuveiro – para momentos

em que esse valor é mais baixo.

Outra possibilidade é que o consumidor determine, de forma remota, que o fornecimento de energia seja interrompido se ele pretender viajar, por exemplo. Ao retornar da viagem, bastará acessar a central da Cemig e solicitar o religamento. Podemos imaginar, ainda, um sistema pré-pago de energia, da mesma forma como hoje fazemos com as contas de celular. É possível, finalmente, que na ocorrência de faltas de energia, os sistemas da Cemig sejam automaticamente informados, localizando-se rapidamente as áreas afetadas e reduzindo-se o tempo de interrupção.

Esse potencial de gerar comodidade não trará benefícios apenas para o consumidor. Também a Cemig deverá ganhar com as inovações nessa área, já que a nova tecnologia permitirá verificar com grande precisão a ocorrência de perdas de energia – seja por problemas técnicos ou pelos furtos (os famosos "gatos" de energia).

Além disso, as equipes que hoje fazem as ligações ou desligamentos de forma presencial poderão fazer as mesmas operações de forma remota.

Por enquanto, tudo isso ainda não passa de vislumbres do futuro. Mas o P&D D379 faz esse futuro parecer cada dia mais próximo.



Sistemas e protótipos foram testados com sucesso e podem mudar a forma de medir consumo de energia

MONITORAMENTO

Robôs e termografia ajudam a melhorar a segurança nas subestações da Cemig



Henrique Diniz, engenheiro de Sistemas Elétricos e gerente do projeto na Cemig

Robôs, câmeras especiais e equipamentos termográficos, que "leem" raios infravermelhos emitidos por equipamentos, saíram dos livros de ficção científica e já estão sendo utilizados pela Cemig para garantir segurança no fornecimento de energia. Depois de 15 anos de muita pesquisa e desenvolvimento tecnológico, a Gerência de Planejamento e Engenharia da Manutenção da Distribuição conseguiu desenvolver um novo sistema para o Monitoramento e Diagnóstico de Falhas de Ativos de Subestações, evitando que uma falha em uma única subestação possa provocar o desligamento em cadeia de todo o sistema elétrico nacional – popularmente conhecido como "apagão" ou blecaute.

Henrique Eduardo Pinto Diniz, engenheiro de Sistemas Elétricos, é o gerente do projeto na Cemig. Ele diz que o P&D D426, oficialmente batizado como "Sistema para o Monitoramento e Diagnóstico de Falhas em Ativos de SE, através de Varredura, Localização, Aquisição,

Tratamento e Processamento de Imagens no Espectro Visível e no Infravermelho", tem como grande novidade a associação de termovisores de última geração a robôs e *softwares* que, em conjunto, automatizam todo o processo de inspeção termográfica e diagnóstico.

Todo esse sistema tecnológico integrado foi desenvolvido para capturar e analisar informações sobre o funcionamento dos equipamentos que compõem uma subestação de energia. Por meio deste recurso, é possível fazer uma varredura dos equipamentos e antecipar riscos de falhas e a necessidade de trocar partes defeituosas, prevenindo danos futuros.



Imagem termográfica

No caso de subestações de energia, a termografia é extremamente útil, já que a eletricidade tem como características ser invisível, não poder ser tocada ou percebida por meio do olfato, mas provocar, com seu fluxo, aquecimento nos materiais. “A termografia nos permite detectar o bom funcionamento de uma subestação ou a ameaça de anomalias técnicas nos equipamentos. Dependendo da intensidade de calor emitida, essa fotografia térmica vai permitir saber o que está funcionando direito ou em que peça ou equipamento pode haver um problema”, explica.

O termovisor é o aparelho utilizado para a realização das termografias. Há alguns anos, esse equipamento era tão grande e pesado, que era necessário que fosse transportado por veículos, o que dificultava a sua utilização nos trabalhos de inspeção das subestações. Porém, a tecnologia evoluiu. Hoje, o modelo utilizado neste novo projeto de pesquisa da Cemig é portátil, aproximadamente do tamanho de uma filmadora.

O engenheiro da Cemig explica que a técnica de termo-análise na manutenção das subestações da Cemig apresenta muitas vantagens. Além da facilidade e velocidade para fazer registros, é executada pelos inspetores em distâncias seguras dos aparelhos elétricos das subestações, que sempre representam riscos. Além disso, a termo-análise pode ser feita sem a necessidade de desligar as subestações durante a realização do procedimento.

Para garantir o perfeito funcionamento das subestações, a Cemig realiza medições termográficas periodicamente, fazendo a varredura de disjuntores, transformadores de potência, bancos de capacitores e chaves. Esse trabalho de manutenção também inclui equipamentos como os para-raios, os transformadores para instrumentos de medida de corrente e de tensão elétrica, e os barramentos, que conectam todas as linhas e equipamentos da subestação. É da subestação que saem as ramificações que direcionam a energia elétrica para os consumidores industriais, comerciais e residenciais.

Custos de manutenção serão reduzidos

O uso do novo sistema vai permitir que essa varredura preventiva seja feita com maior frequência, confiabilidade e com menores riscos de acidentes envolvendo as equipes responsáveis. Os testes termográficos passarão a ser feitos por meio de um sistema automatizado e *softwares* desenvolvidos com esta finalidade. Ou seja, além de maior segurança para as equipes de manutenção, a Cemig também conseguirá executar essa tarefa com custos menores e maior assertividade.

Outra vantagem é a possibilidade de fazer uma manutenção realmente preventiva. “No modelo atual de inspeções termográficas periódicas não podemos garantir que os aparelhos funcionarão a contento até a próxima visita dos inspetores. Nesse hiato temporal, eles podem apresentar anomalias que somente serão detectadas na próxima inspeção. No novo modelo, esse hiato de tempo deixa de existir”, diz.

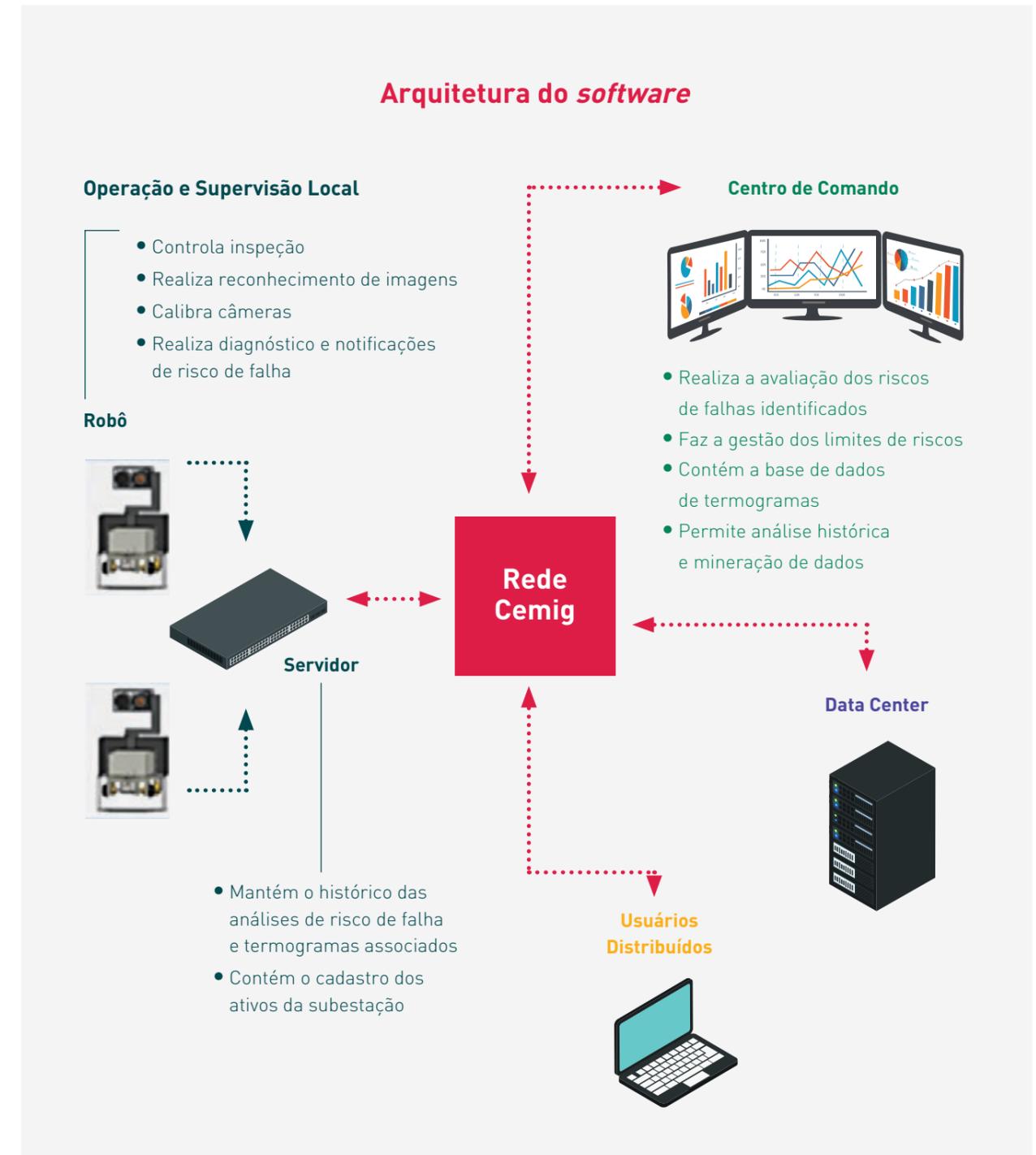
Para garantir que o novo equipamento realmente tenha aplicabilidade prática, a Cemig já realizou os testes de campo, na Subestação de Serra Verde, que fornece a energia utilizada no Centro Administrativo do Governo de Minas Gerais. “O protótipo testado em Serra Verde é um pequeno robô que transita sobre trilhos, para que possa se aproximar dos equipamentos elétricos da subestação, mas nosso próximo passo é aprimorá-lo para que ganhe mais mobilidade”, diz Henrique Eduardo Pinto Diniz.

Pelo trilho, em horários pré-estabelecidos, o protótipo sai automaticamente do “abrigo” onde fica guardado e aproxima-se de cada equipamento elétrico da subestação, posicionando a câmara para a avaliação termográfica. É feita então a fotografia termográfica, e os registros são armazenados no HD do protótipo, que, ao retornar ao abrigo, transmite os dados automaticamente para um servidor instalado no interior da subestação.

Esse servidor é dotado de um *software* apto a efetuar uma pré-análise das informações, com base em padrões programados. A ideia é que essas informações recolhidas sejam futuramente enviadas para uma central de manutenção, via rede interna da Cemig, para uma análise mais detalhada. Ou seja, todo o trabalho será feito sem que nenhum técnico tenha que sair de sua sala para fazer as avaliações.

Segundo o gerente do projeto, a proposta é que no futuro todas as subestações da Cemig contem com a nova tecnologia de análise termográfica automatizada. Mas ainda faltam esforços para permitir que a tecnologia chegue de forma mais efetiva a todas essas subestações. Até agora, o desenvolvimento do protótipo, do *software* e demais tecnologias do projeto

já demandou investimentos de R\$ 2,9 milhões, o que é muito pouco, vistos os inegáveis benefícios trazidos por essa inovação. O projeto, coordenado pelo Professor Dr. Roberto Márcio de Andrade, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), também contou com a participação da RCIT Consultoria no desenvolvimento dos sistemas de *software*.



QUALIDADE DE ATENDIMENTO



A Agência Conceito da Cemig funciona como um laboratório de testes para melhorar o atendimento. Elieser Francisco Correa (Gerente de Relacionamento com Clientes), Dr. Bernardo Alvarenga (Presidente) e Carlos Augusto Reis (Superintendente de Relacionamento com Clientes). Foto: Elderth Theza.

Cemig inaugura primeira agência acessível do país

“Não estou acostumado com esse tipo de modernidade no Brasil”. A reação, um misto de surpresa e satisfação, foi registrada por um dos primeiros usuários da nova Agência Você, inaugurada há dois meses pela Cemig. Com o aporte de muita tecnologia digital e sensibilidade social, o projeto pretende revolucionar o atendimento aos consumidores portadores de necessidades especiais na área de atuação da Companhia.

A Agência Você é um projeto pioneiro no país, no sentido de pensar, desde o seu início, um modelo de atendimento – sistemas, ambientação, comunicação, *layout*, etc. – tendo como foco as pessoas com necessidades especiais. Ainda operando em caráter

experimental, no Minas Shopping, em Belo Horizonte, a Agência é um laboratório de testes de novas tecnologias, que, se forem aprovadas, serão estendidas aos demais pontos de atendimento presencial da Cemig.

O objetivo nesta fase é testar e aprimorar as tecnologias aportadas, visando a facilitar ao máximo o acesso das pessoas portadoras de necessidades especiais que buscam resolver questões corriqueiras, como pedidos de ligação ou desligamento de energia ou ainda problemas na conta, por exemplo. E mesmo pessoas que não tenham necessidades especiais serão beneficiadas, já que a automação dos processos e o autoatendimento tornam a solicitação desses serviços muito mais simples e ágil.

A Agência é fruto do Projeto de P&D D439, viabilizado com recursos da ordem de R\$ 5,5 milhões, financiados no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Cemig/Aneel. O gerente do projeto é Guilherme de Souza Campanha, Analista de Comercialização da Gerência de Planejamento e Acompanhamento do Relacionamento Comercial com Clientes da Distribuição. Ele diz que a intenção do P&D D439 é repensar todo o atendimento comercial realizado nas agências da Companhia, de forma a aproximar a Cemig ainda mais dos clientes. Este projeto foi executado pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e pela empresa Fourcomm.

Desta forma, foram idealizadas novas formas de atendimento, aproveitando ao máximo as novas tecnologias interativas, promovendo melhorias e simplificação nos procedimentos de atendimento. “O foco principal é a inclusão social dos consumidores que têm dificuldades em lidar com as tecnologias de atendimento digital, que possuem diferentes graus de necessidades especiais, desde as pessoas idosas, até pessoas com deficiências visuais, auditivas ou com dificuldade de mobilidade. Essas pessoas precisam de uma especial atenção da nossa empresa”, enfatiza Guilherme Campanha.

O próprio nome escolhido – Agência Você – já deixa clara esta intenção. O objetivo da Cemig é realmente acolher todas as pessoas e tornar o atendimento mais amigável, próximo e humano. E isso de fato está ocorrendo nessa fase experimental, considerada essencial para que todos os testes sejam realizados.

Assim que o cliente entra na Agência Você, ele recebe boas-vindas de uma recepcionista virtual, que explica e

apresenta os serviços que a Cemig disponibiliza naquele local. Em seguida, de forma totalmente autônoma, o cliente acessa o terminal de senhas, onde pode selecionar o seu tipo de necessidade especial, se for o caso, e emitir a senha para se dirigir a uma das cabines de atendimento.

Nas cabines, um sistema com interface amigável, adaptada ao tipo de necessidade especial informada pelo cliente, permite acessar informações e solicitar serviços variados, sem a ajuda de um atendente. Mas se o cliente porventura necessitar de auxílio, existem atendentes com treinamento específico para ajudá-lo

a utilizar de forma correta todos os recursos disponíveis. Também é possível conversar com um representante da Cemig, por meio de modernos equipamentos de videoconferência. Ressalte-se que na agência-conceito é possível solucionar qualquer demanda ou serviço que hoje já estão disponíveis em uma agência tradicional.

“A intenção da Cemig é que todos os clientes tenham condição de acessar produtos, serviços e informações. Levamos em consideração as necessidades de cada um deles e buscamos os recursos tecnológicos necessários para tornar a interação mais eficiente e eficaz entre atendentes da Cemig e clientes, otimizando a comunicação e o acesso às informações disseminadas pela Empresa” explicou o presidente da Cemig, Bernardo Alvarenga, na inauguração da unidade experimental.

Além disso, a nova Agência é dotada de uma área exclusiva para cadeirantes, o que permite que transitem sem os problemas habituais que enfrentam em uma agência convencional. Já para facilitar a vida de quem é portador de deficiência visual, a Agência conta com piso tátil e com mapas em braille logo na entrada, assegurando que, também de forma autônoma, o usuário possa acessar todos os serviços disponíveis.

O ambiente digital implantado na Agência Você possui telas interativas com tecnologia *touchscreen* e som direcional com áudio privativo. Todas as tecnologias e equipamentos utilizados no projeto têm *know-how* nacional e foram produzidos no Brasil. Ou seja, além de melhorar o atendimento aos clientes da Cemig, o projeto também contribui para o desenvolvimento tecnológico e para a geração de empregos no Brasil.

“A intenção da Cemig é que todos os clientes tenham condição de acessar produtos, serviços e informações. Levamos em consideração as necessidades de cada um deles e buscamos os recursos tecnológicos necessários para tornar a interação mais eficaz entre atendentes da Cemig e clientes, otimizando a comunicação e o acesso às informações disseminadas pela Empresa”, explicou o presidente da Cemig, Bernardo Alvarenga, na inauguração da unidade experimental.

Novas aplicações

As pesquisas elaboradas durante o desenvolvimento do projeto estão sendo desenvolvidas há cerca de três anos e já são utilizadas em novas aplicações e conceitos de atendimento em outros canais da Cemig. Essas inovações estão sendo aplicadas, por exemplo, na nova agência virtual, disponível no Portal da Companhia, na nova versão do aplicativo Cemig Atende para smartphones e outros dispositivos de autoatendimento. Este projeto já gerou, inclusive, pedido de patente e a publicação de artigos em revistas do meio acadêmico.

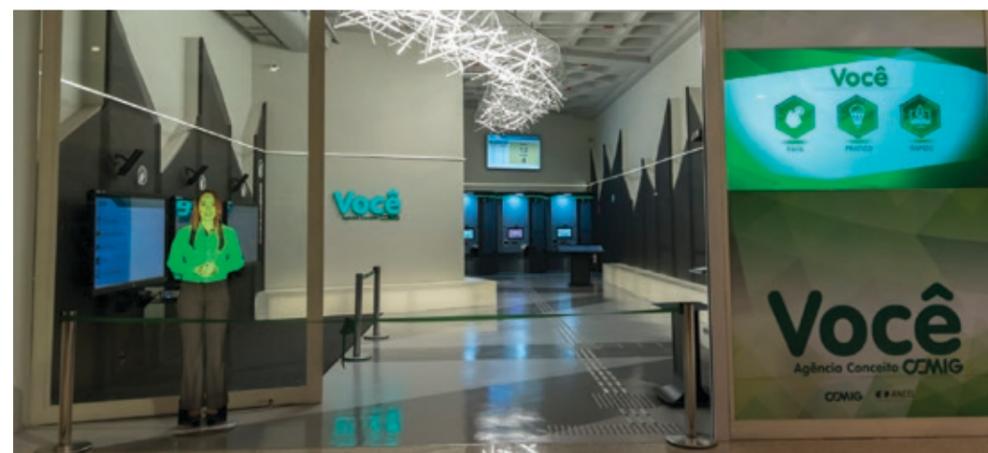
“Como estamos tratando de um projeto P&D, existe produção científica em andamento. Por enquanto, estamos verificando a experiência dos usuários no tocante à utilização do sistema (usabilidade, familiaridade, tempo de uso, sugestões de melhorias etc.), com ênfase na experiência dos portadores de deficiência”, explica Campanha. Essas informações são a base para implementação de melhorias contínuas no ambiente e nos sistemas e poderão resultar no maior uso do ambiente automatizado e, sem dúvida, em modelos de atendimento cada vez mais acessíveis.



O Técnico em Gestão Administrativa Rafael Breno dos Santos Pereira testa o funcionamento da nova Agência Você Agência Conceito - Foto Elderth Theza

Em relação aos atendimentos que estão sendo realizados nesta fase experimental, o gerente do projeto diz que os resultados são bastante satisfatórios.

“O *feedback* dos nossos clientes tem sido muito positivo. Ressaltamos que algumas propostas de adequações foram extraídas da interação com os usuários e estão sendo estudadas pela equipe da pesquisa, para futuras implementações”, explica.



Recepcionista virtual recebe os clientes na Agência Você

2ª VIA DE CONTA, FALTA DE LUZ OU CONSULTA DE DÉBITO? TÁ NA MÃO.

BAIXE O APLICATIVO CEMIG ATENDE E FACILITE SUA VIDA.

Com o Cemig Atende, você resolve 2ª via de conta, consulta de débito, falta de luz e muito mais a qualquer hora, onde quer que você esteja.

CEMIG ATENDE.

Toda essa energia é por você.

Acesse www.cemigatende.com.br.



CEMIG 65
NOSSA ENERGIA, SUA FORÇA

MINAS GERAIS
GOVERNO DE TODOS

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Uma nova luz para evitar grandes blecautes



Pesquisador Adinã Pena, gerente do projeto.

Em janeiro de 2015, em pleno horário brasileiro de verão, uma falha na transferência de energia e aumento da demanda provocou um apagão de enormes proporções, que atingiu 11 estados brasileiros e o Distrito Federal. Segundo o Operador Nacional do Sistema (ONS), as razões para o corte de energia elétrica foram as “restrições na transferência de energia das regiões Norte e Nordeste para o Sudeste” e “elevação da demanda no horário de pico”. Entre 1993 e 2015, foram pelo menos 15 ocorrências relevantes, sem falar da ameaça de um mega-apagão nacional, entre 2001 e 2002, que acabou levando ao racionamento e a uma das maiores crises a que o setor de energia nacional já assistiu.

Grandes apagões ou blecautes podem ter diversas causas. Podem derivar de ocorrências provocadas por tempestades com raios – e o Brasil é campeão mundial de raios –, de problemas relacionados a picos de consumo e ainda de falhas de manutenção dos sistemas de geração e transmissão. Também pode ocorrer o chamado efeito cascata, quando as falhas podem acarretar em perda sequenciada de diversos elementos do sistema elétrico, como unidades geradoras, agravando ou tornando ainda mais abrangente os blecautes. Sempre que um problema grave acontece, faz-se necessária uma minuciosa investigação por parte do ONS, que, tendo em vista a complexidade do sistema, tem dificuldades em apresentar exatamente todas as causas e a evolução das ocorrências no sistema elétrico.

Em razão disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem aperfeiçoado as regras que garantem a segurança e a qualidade no fornecimento de energia no Brasil. Através dos procedimentos de rede do ONS, a ANEEL direciona as empresas do setor a elaborar modelos matemáticos para simular o funcionamento das máquinas integradas ao sistema de geração e transmissão de energia, tanto nas condições normais de operação, como também na ocorrência de faltas ou distúrbios.

E é justamente para cumprir com as exigências da ANEEL que se idealizou o projeto de pesquisa e desenvolvimento de uma nova “Metodologia voltada para modelagem e simulação das malhas de regulação das unidades geradoras hidrelétricas, visando à otimização do desempenho dos sistemas de controle de frequência/potência”, através do P&D GT465.

De acordo com o gerente do projeto, o engenheiro de Planejamento do Sistema Elétrico da Cemig GT, Adinã Martins Pena, o objetivo é de contribuir para otimizar o desempenho das unidades geradoras frente às perturbações, evitando o desligamento indesejável das unidades geradoras, minimizando os impactos e a abrangência dos blecautes em grandes regiões do sistema elétrico e até mesmo reduzindo os riscos de apagões.

Ele conta que várias inovações tecnológicas desenvolvidas no âmbito do projeto já estão em operação. Entre elas, um novo *software* que permite a realização de testes de identificação de parâmetros dos sistemas hidráulicos de acionamento do sistema de regulação de velocidade das turbinas das unidades geradoras hidroelétricas, cujos resultados levam a modelos matemáticos para simulações de forma mais ágil e precisa. Esse modelo matemático mais preciso é fundamental para otimizar os ajustes do sistema de controle das unidades geradoras, além de contribuir para melhorar o funcionamento de todo o sistema elétrico em condição normal de operação ou sob distúrbios.

“Entre outras utilidades, o novo modelo desenvolvido permitirá ao ONS reunir dados e subsídios para reproduzir eventuais falhas do sistema, através de simulações, facilitando a identificação das causas e a evolução dos distúrbios. O propósito é melhorar os ajustes dos sistemas de controle das unidades geradoras”, explica Adinã Pena. Mas ele destaca que, desde a concepção, a preocupação da equipe envolvida sempre foi “melhorar a qualidade dos serviços prestados, por meio de inovações na modelagem matemática e na identificação de processos de controle das malhas de regulação das unidades geradoras.”

Esse modelo matemático mais preciso é fundamental para otimizar os ajustes do sistema de controle das unidades geradoras, além de contribuir para melhorar o funcionamento de todo o sistema elétrico em condição normal de operação ou sob distúrbios.

A meta, segundo o pesquisador, é garantir a qualidade do fornecimento de energia não apenas nas condições normais de operação, mas, principalmente, durante as ocorrências de falhas no sistema. “Durante as falhas, a frequência do sistema sofre alterações em decorrência do desequilíbrio entre carga e geração. Isso representa um sério risco para essas máquinas, como também para todo o sistema elétrico, que tende ao colapso de forma rápida e degradante, como em um efeito cascata, resultando em um grande blecaute de todo o sistema, que funciona de maneira interligada”, diz.

Ou seja, a partir desses novos modelos que orientam as simulações do planejamento da operação e possíveis falhas, e com a ajuda do novo *software*, será possível intervir no problema com grande rapidez e eficácia. Essas simulações orientarão a adequação do planejamento da operação, dos ajustes otimizados dos controladores dos geradores e mesmo durante as falhas será possível minimizar seus impactos e abrangência no sistema elétrico, mantendo o máximo de unidades geradoras e cargas ligadas, reduzindo o impacto dos distúrbios e assegurando o equilíbrio do sistema elétrico como um todo.



Os testes desses novos modelos matemáticos e do software de identificação desenvolvido no âmbito do projeto já foram realizados e validados nas Usinas de Irapé, no Rio Jequitinhonha e na Usina de Três Marias, no Rio São Francisco. Segundo Adinã Martins Pena, essas usinas foram escolhidas porque são equipadas com modelos diferentes de turbinas, que apresentam particularidades nas malhas de regulação. “Na Usina de Irapé é utilizado o tipo Francis, e na de Três Marias o tipo Kaplan, que são os mais comuns nas demais unidades geradoras hidroelétricas da Cemig”, informa.

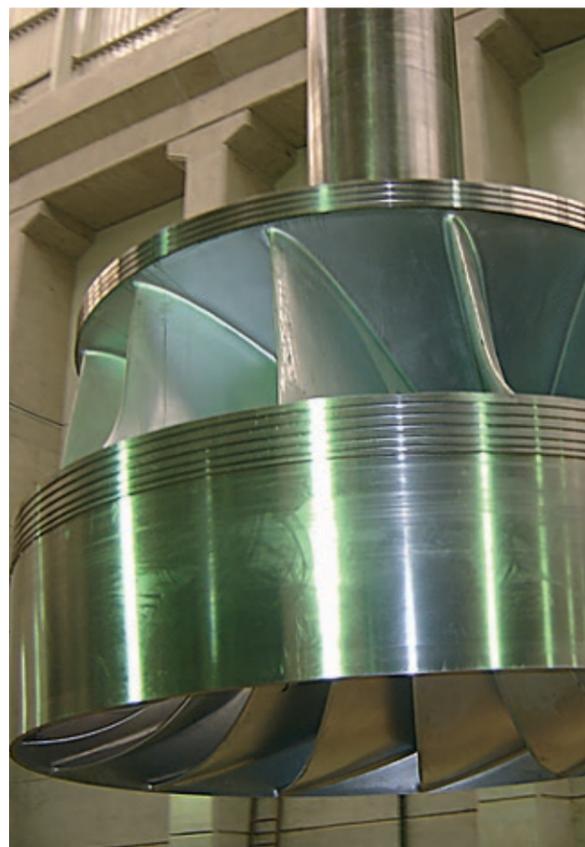
O pesquisador defende que a partir de agora essas novas simulações precisam ter ganho de escala, permitindo que sejam ainda mais úteis à Cemig GT. Segundo Adinã Pena, a implantação e testes nas demais usinas da companhia será feita gradativamente, de acordo com o planejamento de parada de unidades geradoras que já são previstas no Programa Geral de Manutenção da Cemig GT.

Software IdentUHE agiliza diagnóstico de falhas

Em paralelo ao desenvolvimento dos novos modelos matemáticos de simulação, também foi desenvolvido o *software* IdentUHE, que permite a identificação matemática de modelos de forma mais rápida e precisa, e, o principal, sem exigir a desmontagem mecânica das malhas hidráulicas. Na prática, isso significa economia de recursos financeiros e de mão de obra, além de evitar possíveis erros de montagem ou danos causados pela intervenção.

O novo *software* também permite o monitoramento e acompanhamento dos equipamentos ao longo de sua vida útil de operação, através da comparação com resultados anteriores de medição e identificação dos parâmetros das malhas hidráulicas do sistema de regulação de velocidade. Assim, ao identificar alterações causadas pelo desgaste natural ou por outros tipos de fenômenos, ele também facilitará a adoção de intervenções preventivas.

Outra inovação gerada pelo P&D GT465 foi a formulação de uma nova modelagem matemática em que a constante de tempo de atraso da água (TW) é considerada de forma dinâmica, ao invés de estática ou fixa. “A TW deve ser



O novo sistema garante funcionamento adequado de turbinas tipo Francis, usada na Usina de Irapé

considerada variável porque está diretamente associada ao nível do reservatório e à quantidade de potência permitida pela abertura do distribuidor que direciona a água até a turbina”, explica. Segundo Adinã Pena, isso trará uma representação mais próxima da realidade para estudos de rejeição de carga. Esse modelo já está sendo adotado, devido à sua comprovada eficácia.

“Essas duas novidades, o *software* IdentUHE e o TW variável na modelagem matemática, são ilustrações de que o P&D GT465 atingiu seus objetivos de inovação a fim de garantir a boa qualidade da energia fornecida aos consumidores da Cemig”, finaliza Adinã Martins Pena. O P&D GT465 é fruto da parceria entre a Cemig GT, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Controle de Processos Industriais (COPI), empresa de Belo Horizonte especializada na realização de testes e ensaios em reguladores de tensão e velocidade de máquinas síncronas.

TRÍXEL LT

Tecnologia 3D garante segurança na inspeção de linhas de transmissão

Utilizar a tecnologia de visão computacional projetada para o levantamento preciso de superfícies em escala topográfica, reconstituindo linhas de transmissão, para facilitar o trabalho de inspeção. Esse foi o desafio proposto pelo projeto P&D GT503 “Tríxel Linha de Transmissão” ou simplesmente “Tríxel LT”, que acaba de ser concluído. O projeto foi gerenciado por Marcus Vinícius de Araújo Amaral, especialista em Linhas de Transmissão da Cemig GT da Gerência de Planejamento e Engenharia de Manutenção da Transmissão.

O projeto utiliza aplicações avançadas daquilo que popularmente conhecemos como “tecnologia 3D”, tornando possível recriar, a partir de fotografias e dados multidimensionais, imagens perfeitas das torres, dos equipamentos e de todas as áreas de servidão ao longo dos mais de 25 mil quilômetros de linhas de transmissão sob a guarda da companhia.

Para simplificar uma tecnologia bastante complexa, pode-se dizer que a visão computacional é uma área tecnológica que permite fazer com que as máquinas possam “enxergar” com maior precisão do que o olho humano. Na prática, a visão computacional transforma imagens ou quaisquer dados multidimensionais em ambientes modelados, que podem ser integrados, por meio de *softwares*, a outros dados de controle de processos. Na aplicação desenvolvida é possível, por exemplo, identificar problemas e prevenir riscos envolvendo o sistema de transmissão.

O desenvolvimento da tecnologia Tríxel baseia-se em uma evolução do conceito de fotogrametria – técnica que reconstrói um modelo tridimensional a partir de um conjunto de fotos em alta resolução – implementada sobre arquiteturas modernas de alto desempenho

e escalabilidade, gerando modelos densos e precisos. Todos esses recursos funcionam acoplados a *softwares* específicos, que organizam os dados coletados sobre o objeto que se queira “enxergar” e reconstruir.

Esse sistema de transmissão é responsável pelo transporte dos grandes blocos de energia, desde os grandes centros geradores até os centros consumidores, viabilizando, por meio das subestações de transmissão espalhadas pelas diversas regiões da área de concessão da Cemig, o atendimento aos sistemas de subtransmissão e distribuição.

Para se ter uma ideia dos benefícios que essa tecnologia trará para a Cemig é necessário conhecer o funcionamento do modelo de inspeção utilizado atualmente. Hoje, para assegurar que as linhas estejam operando de forma adequada, são feitas duas baterias anuais de inspeção. Em cada bateria, as equipes visualizam as linhas por meio de sobrevoos, além de enviar equipes para percorrer os 25 mil quilômetros de linhas de transmissão por via terrestre.

No caso da inspeção aérea – que passará a utilizar a nova tecnologia – atualmente é necessário montar equipes compostas pelo piloto do helicóptero e dois técnicos especializados, que são responsáveis por identificar e registrar em relatórios os possíveis problemas, incidentes ou interferências na extensão da linha de transmissão.

Todo esse trabalho exige a mobilização das equipes durante, no mínimo, três semanas – isso quando as condições ambientais permitem que os voos sejam realizados sem problema. Com a implantação do novo sistema, o tempo será reduzido significativamente.

Além disso, não será mais necessário mobilizar dois técnicos para registrar os problemas nas linhas inspecionadas, já que isso será feito por meio de câmeras fotográficas acopladas às plataformas Tríxel.

“O sistema é completamente autônomo”, diz Marcus Vinícius Amaral. Ao piloto competirá apenas seguir as orientações disponibilizadas por meio de imagens computadorizadas exibidas em um monitor. São essas imagens que vão determinar a área exata a ser sobrevoada para que sejam feitos os registros fotográficos necessários. O gerente do projeto explica que “a interface de operação que o piloto vai utilizar é superamigável, como se fosse um *videogame*”.

O novo sistema é composto por uma plataforma estabilizada acoplada na parte inferior da aeronave. Nessa plataforma haverá seis câmeras fotográficas, com ângulos de disparo previamente programados, mas que poderão ser ajustados automaticamente caso seja necessário compensar interferências conforme as condições de voo. Cada ponto da linha de transmissão inspecionada terá então seis registros fotográficos. Esses registros serão enviados para um *software* de pós-processamento, responsável por gerar uma representação tridimensional da faixa de servidão da linha, com precisão topográfica. Entre os registros incluem-se as imagens em alta resolução das estruturas de transmissão e de seus componentes.

A nova sistemática facilitará a verificação detalhada de todos os componentes das linhas de transmissão, como as estruturas (torres), os discos de isoladores, as conexões, os para-raios, entre outros. Além disso, também potencializará a observação e o registro de detalhes que poderiam passar despercebidos nas inspeções aéreas feitas atualmente. O Tríxel permitirá

que as inspeções sejam feitas com mais segurança, confiabilidade, economia de recursos e rapidez”, diz Marcus Vinícius Amaral.

Além de reduzir o número de pessoas envolvidas nas inspeções e o tempo para que sejam realizadas, a nova tecnologia também reduz sensivelmente os riscos de acidentes. Atualmente, a média da altura das estruturas das linhas de transmissão da Cemig é de 40 metros, o que obriga o piloto da aeronave a voar a uma altura que varia de 70 a 80 metros, em velocidade baixa.

No meio aeronáutico, essa situação é conhecida como “Curva do Homem Morto”. Isso porque, caso haja qualquer problema na operação da aeronave, o piloto tem poucas chances de corrigir uma manobra em tempo hábil e evitar a queda. “Esse risco será drasticamente reduzido, já que os voos serão feitos a 300 e 400 metros de altura, sem prejuízo para a coleta de imagens”, diz o especialista.

O ganho de eficiência nas inspeções também reduzirá os riscos para quem convive de forma mais próxima com as linhas de transmissão. É que muitas dessas

estruturas estão localizadas dentro de áreas urbanas – sempre com áreas de segurança ou áreas de servidão, criadas justamente para manter a segurança do sistema elétrico e de terceiros. O problema é que nem todo mundo sabe dos riscos de se aproximar das linhas e as invasões das áreas de servidão são um problema comum tanto na Cemig quanto em outras empresas do setor.

Como as inspeções são feitas com maior agilidade, é possível detectar esses riscos relacionados às invasões com uma velocidade e precisão muito maiores.



Marcus Vinícius Amaral:
“Inspeções mais ágeis,
baratas e seguras”



Fotos aéreas permitem reconstruir linhas de transmissão.

Expectativa é de que o sistema comece operar em 2018

Com investimentos totais R\$ 2,588 milhões, essa nova tecnologia é fruto da parceria entre a Cemig GT, Fapemig e Visual Virtual, que criou uma *Spinoff* chamada Tríxel especificamente para operar o sistema. O projeto foi iniciado em agosto de 2012 e finalizado em agosto de 2016 – quando foi feito o primeiro voo experimental. Um período relativamente curto, considerando os imensos desafios do projeto.



Sistema Tríxel estará operando em 2018

Atualmente, um grupo com profissionais das áreas de Engenharia, Manutenção e Projetos da Cemig GT trabalha para acelerar a implantação desse novo modelo de inspeção aérea das linhas de transmissão. A previsão é de que o Tríxel LT esteja em plena operação já em 2018. A proposta é que a tecnologia Tríxel seja implementada primeiramente na Cemig GT, para depois ser estendida às demais empresas da *holding*. O novo produto já está patenteado, tendo potencial para, no futuro, operar não apenas no setor elétrico, mas também em segmentos como o de gasodutos, logística e mineração.



Voo de teste realizado com o equipamento

TECNOLOGIA MÓVEL



Barragens da Cemig estão ainda mais seguras

Cemig cria aplicativo para apoiar gestão segura das barragens

Em novembro de 2015, o Brasil inteiro assistiu à tragédia provocada pelo vazamento de uma barragem de rejeitos de mineração da Samarco, em Mariana. O acidente provocou a morte de 19 pessoas e danos inestimáveis ao meio ambiente. Especialistas declararam, àquela época, que muitas das mortes ocorridas em Mariana talvez pudessem ter sido evitadas, caso o Plano de Ações Emergenciais, que determina medidas imediatas a serem tomadas nos acidentes em barragens, fosse dotado de recursos para alertar com maior agilidade todos os empregados e os moradores que estavam naquela região.

A Cemig, que tem a responsabilidade de gerir com segurança 59 barragens e nove diques acoplados às usinas de geração de energia, tem trabalhado para reduzir os riscos de um acidente dessa natureza. A companhia desenvolveu, através do seu programa de P&D, um "Sistema Inteligente Integrado com Tecnologia Web e Móvel para Gestão de Emergências". O novo sistema tem por principal objetivo garantir que a comunicação de situações emergenciais seja disparada com a máxima agilidade possível, minimizando os seus possíveis impactos.

Os primeiros trabalhos relacionados a plano emergenciais para barragens da Cemig foram iniciados na década de 1990. E, desde 2005, foi estruturada internamente uma equipe para tratar desse assunto. Mas o novo Sistema Inteligente representa um salto definitivo para uma operação ainda mais segura, já que prevê a disponibilização do Plano de Ações Emergenciais da Cemig (PAE) em uma plataforma móvel, que proporciona agilidade tanto nas atualizações de medidas a serem tomadas em caso de diferentes tipos de ocorrências, quanto na divulgação de ocorrências mais graves, disparando o alerta para as equipes envolvidas.

O novo sistema é fruto de um projeto de pesquisa – o P&D GT490 – gerenciado por Diego Antônio de Fonseca Balbi, mestre em Metodologias para Elaboração de Plano de Ações Emergenciais para Barragens; e pelo Engenheiro de Segurança de Barragens Luiz Filipe Venturi Vianna, mestre em Análise de Riscos em Barragens. Há dez anos, Balbi foi um dos responsáveis por idealizar o Plano de Ações Emergenciais (PAE) da Cemig. O PAE é o documento onde estão determinadas todas as responsabilidades, planos de comunicação e de ações, profissionais a serem envolvidos, mapas com rotas de fuga, entre outras medidas que deverão ser tomadas no caso de ocorrerem acidentes.

"Desde o início, o nosso grande desafio sempre foi buscar formas de otimizar a atualização e a distribuição do PAE, principalmente entre os profissionais das usinas, do Centro de Operação do Sistema (COS) e da área de Comunicação da Cemig", explica o especialista. E para tornar mais confiável esse fluxo de comunicação, uma das principais novidades é um aplicativo que disponibiliza o PAE em uma plataforma móvel, acessível por meio de *tablets* ou de um *smartphone*.

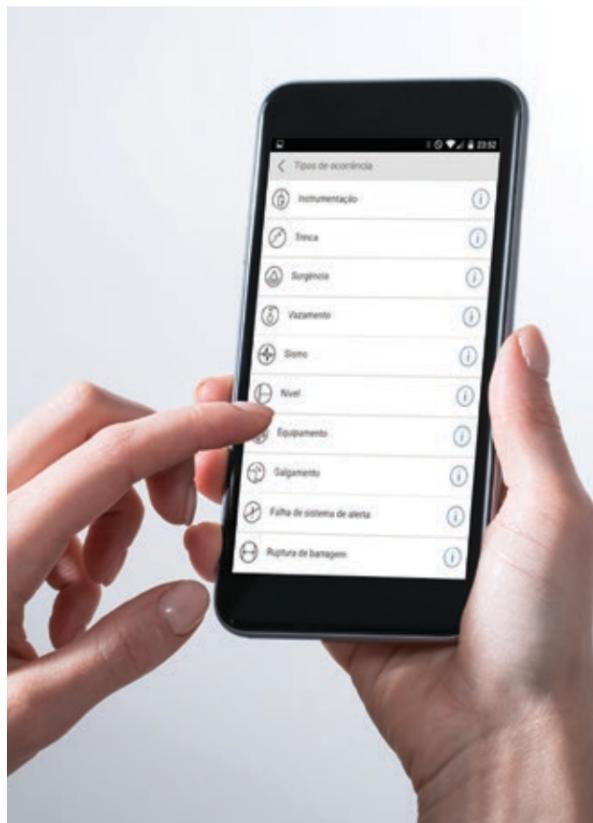
Assim, diante de uma eventual ameaça de acidentes nas barragens da companhia, todos os profissionais da Cemig que precisam ser acionados para a adoção de ações emergenciais serão alertados, com a máxima velocidade. O aplicativo não exige, necessariamente, que o usuário esteja conectado à internet. Ele pode ser mantido como um pdf, tornando as informações disponíveis mesmo quando os dispositivos móveis estão *off-line*.



O pesquisador Diego Balbi

"Na verdade, esse aplicativo de gestão de emergências é mais um elemento que reforça a segurança de empreendimentos que já são considerados extremamente seguros", reforça Balbi. Além de mobilizar os profissionais que precisam ser envolvidos com a emergência em questão, o novo sistema aciona automaticamente um banco de dados, onde já estão previstas as hipóteses de ameaças de acidentes nas barragens e as medidas a serem tomadas em cada caso específico. Com uma interface amigável – similar a um grupo de conversa no *WhatsApp* – ele possibilitará ao usuário não apenas obter esse tipo de informação, como também abastecer o aplicativo com suas dúvidas sobre como agir durante as situações de risco – uma espécie de FAQ com dúvidas mais frequentes.

Segundo o especialista da Cemig, outra virtude importante do novo *App* é permitir o estudo mais aprofundado do tema Segurança em Barragens. Graças à lógica de construção denominada FUZZY – que faz parte do conjunto de teorias da Inteligência Artificial e do desenvolvimento de Sistemas Especialistas –, é possível, a partir de um *input* em seu banco de dados, realizar diferentes testes de hipóteses. "Justamente por isso, o sistema recebe a alcunha de inteligente, já que ele consegue 'aprender' por meio desses testes", explica Balbi.



O aplicativo apresenta também excelente potencial como instrumento de treinamento das equipes envolvidas na gestão de segurança das barragens. E, quando entrar em operação, todos os usuários serão treinados, para que não haja qualquer dúvida quanto ao funcionamento de todas as suas ferramentas.

Diego Balbi também faz questão de frisar que a segurança é uma das prioridades da Cemig, e que, em razão disso, toda a gestão da segurança das barragens tem um foco preventivo bastante forte. “A prevenção, por meio das inspeções de rotina, de programas de manutenção e de treinamento de equipes comprovam a preocupação da empresa com a integridade de suas barragens. As inovações tecnológicas são recursos que fortalecem ainda mais todo esse aparato de segurança da Cemig”, garante.

O desenvolvimento das ferramentas do Sistema Inteligente Integrado com Tecnologia Web e Móvel para Gestão de Emergências foi iniciado em 2012 e foi executado em parceria com a Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), contando também com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

Interface do aplicativo de Gestão de Emergências



Usina de Três Marias, onde o projeto foi implementado

GESTÃO DE MANEJO

Solução inteligente pacifica convivência entre redes de energia e o meio ambiente

Todos os anos, a Cemig contabiliza em sua área de concessão mais de 25 mil interrupções do fornecimento de energia elétrica, causadas por interferências de árvores na rede de distribuição – o que representa uma desconfortável média de 68 ocorrências a cada dia. Além de gerar danos ao sistema elétrico, essas ocorrências causam transtornos aos consumidores e ao funcionamento adequado do ambiente urbano.

Esses incidentes são motivados pelo toque ou queda de partes aéreas dos galhos nas redes de energia elétrica ou mesmo em função da queda de uma árvore de grande porte – problemas que normalmente estão relacionados à falta de manutenção ou ao manejo inadequado da arborização urbana.

Para tentar minimizar esses riscos, a Gerência de Gestão Ambiental da Cemig realizou, entre 2009 e 2013, o Programa Especial de Manejo de Árvores e Redes (Premiar), que teve por objetivo monitorar, minimizar e mitigar riscos de ocorrências capazes de interferir na rede elétrica. Além disso, foram realizadas ações de substituição de árvores e adequações da rede, sempre com o objetivo de melhorar a qualidade do fornecimento de energia ao consumidor e, ao mesmo tempo, zelar pela saúde das árvores e pela segurança das pessoas.

Desde então, a Cemig, em parceria com a Prefeitura de Belo Horizonte, já inventariou cerca de 300 mil árvores no município, determinando a supressão de mais de 12 mil exemplares em situação de risco extremo. Restam ainda pelo menos 150 mil árvores a serem inventariadas, o que exigiria a formalização de um novo contrato de avaliação da situação da arborização e o investimento de um volume expressivo de recursos.



Marina Moura, engenheira de Meio Ambiente da Cemig

Foi aí que surgiu a necessidade de desenvolver um *software* para gestão do manejo da arborização urbana junto às redes elétricas (P&D D509), que resultou em um projeto de pesquisa, hoje gerenciado por Marina Moura de Souza, engenheira de Meio Ambiente da Cemig. O projeto foi concebido dentro de um novo paradigma de gestão do Manejo da Arborização Urbana (MAU), que prevê, de um lado, a necessidade de manter a confiabilidade do sistema de fornecimento de energia da Cemig e, de outro lado, a melhor integração possível entre as redes de distribuição e o ambiente urbano.

De acordo com Marina de Souza, o desenho desse novo modelo de gestão e da própria ferramenta considerou o planejamento de poda e manejo das árvores, que é feito anualmente. “Vamos supor que uma das equipes responsáveis pela poda das árvores tenha como objetivo

ferramenta, a equipe executa o trabalho utilizando um critério objetivo para definir prioridades, onde levam-se em consideração as características da vegetação e os fatores do ambiente e da rede elétrica”, explica a engenheira.

Mas vamos supor, ainda, que dentre essas 20 árvores cuja poda foi programada, apenas duas ofereçam algum risco iminente para a rede elétrica. “A nova ferramenta vai permitir identificar essas duas árvores problemáticas, orientando a equipe responsável sobre quais devem ter prioridade ou mesmo se seria mais viável a remoção da árvore ou a adequação da rede”, complementa.

A engenheira diz que o novo *software*, que ficou pronto no segundo semestre de 2016, funciona acoplado ao banco de dados da Cemig, que inclui diferentes tipos de informações importantes para a tomada de decisões envolvendo o manejo das árvores. O banco de dados permite avaliar o histórico de interrupção de fornecimento de energia em uma determinada rua ou bairro; saber se nessa rua específica já houve casos de árvores problemáticas ou se alguma delas interfere na segurança da rede elétrica.

Todos esses dados foram prospectados pela Cemig em

parceria com especialistas da PRB Consultoria e Projetos Ambientais, que mapearam, em algumas regiões de Belo Horizonte, as espécies utilizadas na arborização e a situação atual de cada uma das árvores. Assim, foi possível saber inclusive o estado de saúde de cada espécime, o que facilita a decisão sobre o manejo mais indicado para cada situação.

Há também informações sobre o perfil de consumidores que podem ser afetados caso ocorra uma interrupção no fornecimento e o volume de consumo de energia desses clientes (o que permite avaliar o valor a ser ressarcido ao consumidor pela empresa). O banco de dados permite, ainda, avaliar quais seriam os melhores horários para se programar um serviço de poda – o que pode variar dependendo do tipo de cliente, já que uma residência tem um hábito de consumo diferente de uma indústria ou de uma padaria.

Além de garantir o melhor nível de satisfação dos clientes, o projeto P&D D509, que demandou investimentos totais de R\$ 1,2 milhão, também trará ganhos operacionais e redução de custos para a Cemig. Isso porque o planejamento mais efetivo do trabalho eliminará operações caras e desnecessárias – quando uma árvore é podada sem necessidade, por exemplo. Também vai eliminar trabalhos redundantes em uma mesma área – quando duas equipes são destacadas para socorrer uma mesma demanda por poda emergencial.

Além da equipe da Cemig e dos especialistas da PRB Consultoria, o projeto também contou com o apoio de técnicos da Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Fluminense (UFF), cujo coordenador foi o Professor Dr. Henrique de Oliveira Henriques; e da Axxiom, principal desenvolvedora dos sistemas e *softwares* da Cemig. O projeto contou ainda com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

Interferência da arborização urbana na rede elétrica será minimizada pelo novo sistema de gestão de manejo



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Cemig investe em tecnologias para reduzir perdas de energia

Dona da mais extensa malha de distribuição de energia elétrica do país, a Cemig enfrenta uma batalha cotidiana: evitar que parte da energia que corre por suas linhas de transmissão e distribuição acabe se dissipando em razão de perdas elétricas, que elevam os custos e reduzem a rentabilidade da companhia.

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade, o Índice de Perdas Totais na Distribuição (IPTD) – composto por indicadores que apontam as perdas técnicas (PPTD) e perdas não técnicas (PPNT) – em 2016, foi de 13,46% em relação à energia total injetada no sistema de distribuição (acréscimo de 0,94 p.p. em relação a 2015), sendo a meta regulatória estabelecida para o final de 2016 de 10,79%. As Perdas Totais da Distribuição são compostas pelas Perdas Técnicas mais as Perdas Comerciais (Perdas Não Técnicas). O Índice de Perdas Técnicas em 2016 foi de 9,09% em relação à energia total injetada no sistema de distribuição (redução de 0,37 p.p. em relação ao valor realizado em 2015) para uma meta regulatória de 7,84%. Já o PPNT (Perdas Não Técnicas) foi de 4,37% para uma meta de 3,03%.

Sempre que se fala em perdas técnicas de energia, deve-se considerar que, embora possam ser atenuadas, não são totalmente eliminadas. Decorrem do próprio ato de transmitir a energia das usinas geradoras até os pontos de consumo. Ainda assim, são válidos todos os esforços para minimizá-las, já que anualmente as perdas totais na distribuição subtraem montantes significativos dos resultados operacionais da Cemig.

Foi justamente esse o objetivo do projeto de pesquisa “Desenvolvimento de modelos, métodos e sistema computacional para otimização de controle de tensão

e potência reativa em tempo real em sistemas de distribuição” ou P&D D535, gerenciado por Álvaro Paulino César, engenheiro de Planejamento de Sistema Elétrico da Gerência de Engenharia de Ativos da Distribuição. O projeto se propôs a avaliar os ganhos que poderão advir da implantação de uma tecnologia mais eficiente e inteligente – a tecnologia Volt/VAR, já consolidada nos EUA, Europa e Japão – na otimização do controle dos níveis de tensão e dos fluxos de potência reativa nas redes de energia da Cemig. Os pesquisadores também se propuseram a desenvolver *softwares*, que permitiriam melhorar substantivamente, por meio do monitoramento e controle mais eficaz da operação das redes, a qualidade da energia entregue aos clientes residenciais e industriais da Cemig.

As perdas de energia por motivos técnicos (PPTD) acontecem por uma série de motivos, sendo um dos principais a própria passagem da corrente elétrica pelos fios condutores – o chamado Efeito Joule –, que faz com que parte da energia seja dissipada na forma de calor. Por isso, quanto maior a extensão das redes, maior tende a ser o nível de perdas técnicas – o que ao menos em parte explica o índice PPTD da Cemig, tendo em vista a grande extensão de sua rede.

Para reduzir esse impacto, a Cemig faz diferentes tipos de investimentos, como obras estruturais de implantação de novas subestações, expansão e reforço das linhas de transmissão e redes de distribuição, os planos de compensação reativa na média tensão, a instalação de bancos de capacitores fixos e automáticos, além da substituição de transformadores antigos e sobrecarregados por transformadores novos.

O principal avanço proporcionado pela nova tecnologia avaliada pelos pesquisadores no P&D D535 seria justamente fazer com que todo esse complexo sistema passasse a ser controlado pela tecnologia Volt/VAR, que permite o controle automatizado, centralizado e hierarquizado de capacitores e reguladores de tensão, permitindo adotar medidas mais eficazes de controle da tensão e fluxo de potência reativa nas redes de distribuição de energia.

O trabalho dos pesquisadores do P&D D535 previa, em primeiro lugar, o aperfeiçoamento do sistema de coleta de dados originados pela própria rede da Cemig. Esses dados seriam transmitidos para um sistema computacional desenvolvido dentro do conceito tecnológico Volt/VAR e equipado com um “cérebro” sistêmico denominado SCADA.

Esse sistema é o responsável por realizar o intercâmbio de dados essenciais de operação e enviar comandos para os religadores, chaves motorizadas, reguladores e bancos de capacitores instalados na rede de distribuição. Ou seja, por meio do SCADA o sistema captura dados e, de forma inteligente, realiza o controle da rede de distribuição. “O *software* é concebido para centralizar todos os controles e escolher automaticamente, e de forma hierarquizada, qual ou quais os dispositivos deverão ser chaveados para corrigir os problemas que provocam a violações nos níveis de tensão”, informa Álvaro César.

Na verdade, a redução das perdas técnicas envolve o monitoramento e controle de diferentes estruturas e equipamentos, entre os quais os bancos de capacitores, os reguladores de tensão e os transformadores regulados. “Todos esses dispositivos hoje funcionam de maneira autônoma. A implantação do P&D D535 permitiria que esses dispositivos passassem a ser comandados de forma centralizada pelo sistema SCADA”, explica.

Anteriormente os bancos de capacitores da rede de distribuição em média tensão da Cemig, por exemplo, eram fixos, mas, segundo Álvaro César, a proposta é a instalação de bancos de capacitores chaveados, permitindo verificar automaticamente a necessidade de energia reativa na rede de distribuição, e acionar o dispositivo mais indicado para cada situação. Ele informa que os capacitores automáticos já foram adquiridos e implantados pela Cemig.

“A vantagem de se operar dentro de um modelo tecnológico Volt/VAR é que a operação seria otimizada, já que o sistema estaria apto a calcular, em tempo real, os níveis de potência reativa em circulação na rede. Isso permitiria, por exemplo, minimizar a energia dissipada em forma de calor, reduzindo as perdas”, diz.

O P&D D535 foi iniciado em 2014 e concluído no final de 2016, com investimentos totais estimados em R\$ 1 milhão. Além dos especialistas da Cemig, o estudo envolveu parceiros da Asotech, da Axxiom – coligada da Cemig responsável pela transformação dos relatórios técnicos do projeto em linguagem computacional – e da Escola de Engenharia Elétrica da PUC Minas, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

No entanto, para que o *software* Volt/VAR seja testado e entre em pleno funcionamento, é imprescindível a instalação das redes inteligentes, chamadas de *Smart Grid*. Essas redes contam com dispositivos denominados ID (*Intelligent Devices*), que permitem captar dados de operação na rede, incluindo as redes de fibras óticas, transformando esses dados em *inputs* que alimentam os *softwares* de tecnologia Volt/VAR.

Conforme explica Álvaro César, o projeto de *Smart Grid* foi iniciado, em caráter experimental, em Sete Lagoas. A escolha da cidade como sede da implantação do projeto se deu pelo fato de Sete Lagoas já ter sistemas elétrico e de telecomunicações favoráveis aos testes,

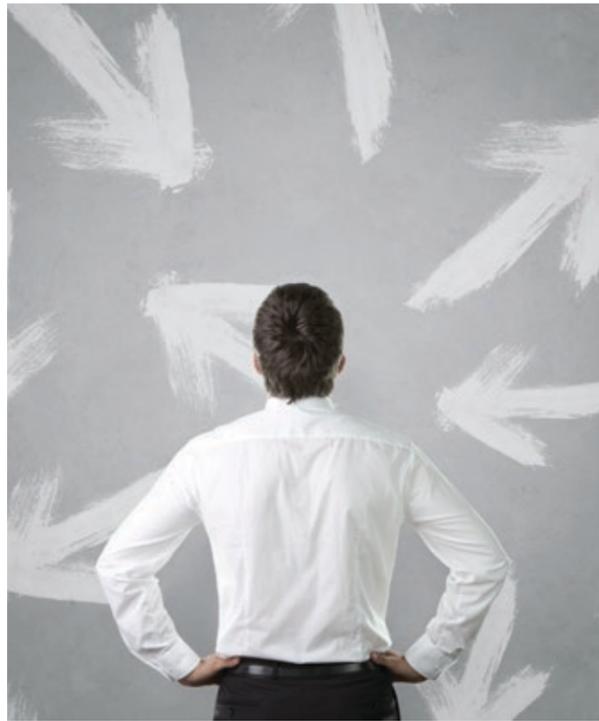
mercado diversificado e por possuir um contingente populacional e de clientes que garante uma boa amostra do mercado da Cemig. A presença da Universidade Corporativa da Cemig – UniverCemig, que conta com rede modelo e laboratórios ideais para testes, além de equipes altamente capacitadas, foi outro fator decisivo na escolha da região para desenvolvimento do piloto.

“Todas essas tecnologias fazem parte do que será o futuro da Cemig e das empresas de energia no Brasil. Mas ainda é necessário muito investimento em infraestrutura e desenvolvimento tecnológico, até que tudo esteja operando tal qual nós concebemos em nossos estudos”, aposta o gerente do P&D D535.



Subestação da Cemig no Barreiro, em Belo Horizonte

GESTÃO ESTRATÉGICA



Projeto minimiza incertezas e desenha cenários futuros

O economista André Lara Resende afirma, no livro *Os limites do possível*, que no ambiente de negócios do Brasil é quase impossível antecipar o futuro. Empresas com sólido histórico de desempenho e grandes conglomerados empresariais que hoje são prósperos podem ser surpreendidos e perder rapidamente suas posições de mercado. Em praticamente todos os setores, o ambiente de negócios do país sempre foi eivado de incertezas macroeconômicas, excesso de burocracia, um sistema tributário confuso e práticas regulatórias instáveis, criando um permanente estado de insegurança. As empresas brasileiras precisam ter uma dose extra de tenacidade e muita *expertise* para gerenciar os inúmeros riscos corporativos a que estão submetidas.

O setor elétrico, infelizmente, não foge à regra. De acordo com o estudo *As Barreiras da Burocracia: o Setor Elétrico*, da Confederação Nacional da Indústria (CNI), os entraves “não gerenciáveis” tiveram um impacto

negativo de R\$ 7,4 bilhões sobre as empresas do setor apenas em 2015. O valor resulta, principalmente, do atraso na conclusão de empreendimentos causados por dificuldades de financiamento ou de licenciamento ambiental. Some-se a isso a gestão da burocracia nas áreas regulatória e tributária.

Outro estudo, da consultoria Accenture, também ilustra as dificuldades de gerir uma empresa no Brasil. Segundo o estudo, entre 2012 e 2015, o custo do capital subiu de 10% para 16,4% ao ano. Nesse período, assistimos a uma onda de rebaixamentos das notas de crédito das empresas brasileiras, o que mostra o quanto a percepção de risco e o custo do capital pioraram em um período de tempo tão curto. Só na agência Fitch, foram 188 rebaixamentos de notas de crédito nacional e internacional entre 2014 e o primeiro semestre de 2016, volume maior que os rebaixamentos registrados nos dez anos anteriores.

Por isso, o projeto de pesquisa P&D GT572 “Desenvolvimento de Modelos, Métodos e um Sistema Computacional para Quantificação Probabilística e Possibilística de Riscos nas Empresas do Setor Elétrico”, gerenciado por Douglas Maria Barbosa, Analista Econômico Financeiro da Superintendência de Gestão de Compliance e Riscos Corporativos da Cemig, é tão importante. O objetivo é desenvolver novos modelos e mecanismos que permitam reduzir o grau de incerteza na tomada das decisões que envolvem o futuro da companhia.

Douglas Barbosa divide esse objetivo em duas vertentes principais. O primeiro desafio é identificar e compreender quais são os problemas que dificultam a quantificação de riscos estratégicos, fazendo a mensuração das consequências impostas por esses riscos. Depois, os pesquisadores vão encontrar soluções inovadoras e práticas para esses problemas.

Vale destacar que, ao elaborar cenários futuros, não se pretende definir com exatidão qual será o comportamento ou as características de mercado no futuro, o que de fato não seria possível. A intenção é apontar quais são as possibilidades que se confirmam como tendências de mercado. Nesse sentido, definir modelos mais precisos, com incertezas menores, colabora na tomada de decisão.

Nesse contexto, os modelos e métodos (além do sistema computacional que está sendo criado para implementá-los) a serem desenvolvidos no projeto deverão ser flexíveis o suficiente para acomodar a quantificação de diferentes tipos de riscos. Barbosa explica que estão em foco tanto os riscos que já são tradicionalmente acompanhados pelas empresas, quanto aqueles que, dadas as características do negócio, ainda poderão ser monitorados.

“O alcance do nível de flexibilidade necessário envolverá a possibilidade de representar e aproveitar, no processo de análise de riscos, informações de diferentes fontes e naturezas”, explica. Neste rol estão incluídas a informação estatística clássica e aquelas baseadas em conhecimento, além de suas combinações e de técnicas para gerar a estimativa de risco robustas.

Dito dessa forma, tudo parece ainda mais complexo. Na prática, o projeto se propõe a aprimorar os métodos de quantificação de riscos utilizados atualmente pela Cemig para balizar o desenho de suas estratégias de atuação. Esses métodos deverão contemplar todo tipo de eventos com potencial de danos aos objetivos estratégicos da companhia.

“Desenhar cenários prevendo quais seriam os impactos caso eventos inéditos se confirmem é desafiador”, afirma o analista da Cemig. Primeiro porque faltam informações concretas sobre exemplos anteriores. Também faltam métricas científicas ou, quando existem, são demasiadamente custosas quando se pretende propor modelagens para o futuro.

Métodos simples são ótimos porque imprimem velocidade à quantificação e à gestão dos riscos. Mas sem consistência científica, perde-se credibilidade. Já os métodos cientificamente mais sólidos apresentam o problema da lentidão devido ao esforço na identificação dos dados e no processamento computacional.

E, quando se fala em desenhar cenários de suporte à tomada de decisões, tempo é dinheiro. Otimizar o dilema tempo *versus* qualidade *versus* tipos diferentes de informação é um dos desafios que o projeto pretende responder de forma inovadora.

Da teoria à prática

Ao final do projeto, que foi iniciado em novembro de 2014, a expectativa de Douglas Barbosa é de que os modelos propostos sejam aderentes ao processo de gestão de risco da empresa e o apoio de maneira bastante substantiva. Na metodologia de gestão de riscos corporativos da Cemig existem 3 tipos de riscos: de processo, de macroprocesso e os chamados *top risks*, que são de fato os maiores riscos da empresa, listados pelo Comitê de Monitoramento de Riscos Corporativos.

O tempo previsto de desenvolvimento do projeto (2014-2018) se justifica não só pelos riscos envolvidos, mas pela complexidade dos estudos que estão sendo realizados. Esse projeto é desenvolvido basicamente a partir de pesquisa bibliográfica de técnicas. Entre elas, destacam-se, por exemplo, as técnicas de representação de incertezas, consenso, programação de informação, tomada de decisão, análise de matrizes *payoff*, dentre outras.

Para avaliar a complexidade, podemos tomar a análise de matrizes *payoff* como exemplo. O *payoff* é uma expressão da Teoria dos Jogos da Economia. Um jogo, na economia, é caracterizado pelo conjunto de regras, de resultados e jogadores que atuam em um determinado mercado (agentes econômicos). Em uma análise dessas, observa-se o conjunto de ações possíveis que cada um desses jogadores poderá adotar e as informações disponíveis sobre a atuação de cada um desses agentes. A caracterização do jogo se completa com o *payoff*, ou seja, com o conjunto

dos possíveis resultados, decorrentes da interação entre as estratégias dos jogadores. Imagine a dificuldade de analisar matrizes em um grupo que possui 200 empresas e consórcios sob sua gestão.

A equipe está investindo e ampliando sua capacitação para dar conta do desafio. Dois membros da equipe optaram por fazer o mestrado em Administração, com estudos diretamente ligados ao tema de estudo do projeto. Além da Superintendência de Gestão de Compliance e Riscos Corporativos, a área de Tecnologia da Informação também está diretamente envolvida. Além da Axxiom e Asotech, responsáveis pelo desenvolvimento do *software* que vai rodar o modelo elaborado no projeto. As duas empresas também investiram parte dos R\$ 1.711.490,00 do custo total do projeto até a sua conclusão. Este projeto contou também com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

PRINCIPAIS INDICADORES CEMIG 2016

	Ano					
	2012	2013	2014	2015	2016	
Dados Gerais						
Número de consumidores - em milhares	7.535	7.781	8.008	8.078	8.260	
Número de empregados	8.368	7.922	7.922	7.860	7.119	
Número de municípios atendidos	774	774	774	774	774	
Área de concessão - km²	567.740	567.478	567.478	567.478	567.478	
FEC - número de interrupções	7,04	6,26	5,58	5,87	5,64	
DEC - horas	14,74	12,49	10,77	11,53	11,73	
Número de usinas em operação	70	70	70	84	121	
Capacidade instalada - MW	7.038	7.038	7.717	7.800	8.201	
Extensão das linhas de transmissão - km	9.413	9.748	9.748	9.748	8.341	
Extensão das linhas de subtransmissão - km	17.594	17.218	16.160	16.160	16.442	
Extensão da rede de distribuição - km (EUM)	Total	480.932	486.045	491.848	494.550	498.627
	Urbana	96.182	98.175	99.818	101.454	102.301
	Rural	384.750	387.870	392.030	363.096	396.326
Dimensão Econômica						
Receita operacional líquida - R\$ milhões	14.137	14.627	19.540	21.868	18.773	
Lajida ou Ebitda - R\$ milhões	5.084	5.186	6.382	5.538	2.638	
Lucro líquido (prejuízo) - R\$ milhões	4.272	3.104	3.137	2.468	334	
Patrimônio líquido - R\$ milhões	12.044	12.638	11.285	12.984	12.930	
Valor de mercado (R\$ milhões)	19.292	17.629	16.812	7.843	9.773	
Dividendos pagos (R\$ milhões)	2.918	2.818	797	633	380	
Dividend Yield (%)	22	9,2	23,5	4,5	10,7	
Dimensão Ambiental						
Recursos aplicados em meio ambiente - R\$ milhões	59,4	52,4	52,8	53,8	52,1	
Consumo de combustível frota	180.359	174.519	172.270	162.067	160.084	
Capacidade instalada livre de emissões de GEE (%)	97,3	97,3	97,3	98,1	98,2	
Consumo total de água - m³	1.449.756	1.313.486	1.424.540	164.537	371.782	
Emissões diretas de CO ₂ - t métricas	53.573	146.101	617.717	698.049	15.462	
Investimentos em P&D meio ambiente (Milhões R\$)	6,6	10	11,7	8,5	2,9	
Dimensão Social						
Média de horas de treinamento por empregado	35,50	69,60	49,37	37,26	20,56	
Total de recursos aplicados em Responsabilidade Social - R\$ milhões	115.023	83.234	109.622	75.751	51.480	
Taxa de frequência de acidentes - empregados próprios	0,23	0,34	0,34	0,41	0,34	
Taxa de frequência de acidentes - empregados contratados	0,51	0,45	0,42	0,55	0,37	



CEMIG 65 ANOS. SUA FORÇA, NOSSO ORGULHO.

Foi uma longa jornada. Juntos, passamos por momentos difíceis, superamos adversidades, transformamos vidas e nos tornamos melhores. A sua força nos ajudou a chegar até aqui.

Agora, com energia renovada, vamos em frente, unidos pela nossa Cemig.

KENIA NASCIMENTO SILVA
Operadora de Usina, MG/UT

CEMIG 65

NOSSA ENERGIA, SUA FORÇA