



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GOP 05
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO IX

GRUPO DE ESTUDO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS – GOP

INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES ELETRO-ENERGÉTICAS NA DIRETORIA DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DA CEMIG

Lucia Helena S. de Toledo * André Cavallari Inês Maria C. de Castro Roberto R. Ferreira
José Newton F. Ferreira Warney A. Silva Dimar S. Lima

CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.

RESUMO

Este Informe Técnico relata a experiência da Diretoria de Geração e Transmissão (DGT) da CEMIG no desenvolvimento de um projeto de integração de informações elétrico-energéticas. Descreve as motivações para o desenvolvimento desse projeto, algumas características técnicas do mesmo e os resultados alcançados.

PALAVRAS-CHAVE

Sistema de Supervisão e Controle, Sistema de Telemetria Hidro-meteorológica, COS, Integração de Sistemas

1.0 - INTRODUÇÃO

A globalização e as mudanças no setor elétrico levaram a um novo modelo empresarial, que tem como base a competitividade e a busca pela eficiência. Em função desse modelo, houve um forte direcionamento das empresas para a gestão de negócios e foco no resultado. Com isso, surgiu a necessidade da maximização na exploração dos ativos, mantendo a segurança operacional. Adicionalmente, a existência de órgãos reguladores e a mudança na postura da sociedade têm requerido das empresas transparência e a possibilidade de provar que suas ações foram as melhores.

Para que as empresas tenham sucesso nesse modelo, alguns pré-requisitos são necessários e entre eles destaca-se que sistemas de informação estejam disponíveis para oferecer ao corpo técnico e gerencial, entre outras facilidades, uma visão dos recursos disponíveis. Quando se fala em sistema de informação, no cenário tecnológico em que se vive, o mais importante não é que ele seja completo, mas que seja possível integrá-lo a outros sistemas. A informação deve estar disponível, da forma mais adequada, nos ambientes e contextos que dela necessitem.

Com esse quadro em mente, dois órgãos da Diretoria de Geração e Transmissão da CEMIG, um de operação de sistema (COS-Centro de Operação de Sistema) e outro de planejamento energético, constataram que se houvesse a integração de dois de seus sistemas, um de Supervisão e Controle e outro de Telemetria Hidrometeorológica, respectivamente, haveria uma agregação de valor muito grande a seus processos. Perceberam que se houvesse a integração das informações disponíveis nos seus sistemas, eles teriam um sistema de apoio à tomada de decisão muito mais eficaz. Dessa forma, houve um esforço técnico interno, concretizado através de um projeto, para possibilitar que informações de interesse para os dois processos trafegassem entre os dois sistemas.

2.0 - ANTECEDENTES DO PROJETO

2.1 Motivadores

A Diretoria de Geração e Transmissão (DGT) da CEMIG tem optado, em função de avaliações técnico-financeiras e estratégicas desenvolver internamente alguns dos seus sistemas operativos. Esse fato possibilita um domínio completo dos sistemas, favorecendo as manutenções e a implementação de novos requisitos que sejam identificados pelos seus usuários.

Em função do posicionamento da DGT em relação ao desenvolvimento de sistemas, tanto o sistema de gerenciamento de energia, em operação atualmente no COS, denominado SSCD – Sistema de Supervisão e Controle Distribuído, como um dos sistemas de apoio ao planejamento energético, o STH – Sistema de Telemetria Hidrometeorológico, foram desenvolvidos por equipes próprias.

Adicionalmente, existe uma diretriz da CEMIG que recomenda sinergia entre suas empresas e coligadas, de forma a otimizar os recursos e talentos, focando nos resultados. Assim, existe um ambiente propício ao trabalho conjunto entre áreas afins de forma que as competências e recursos sejam utilizados para a realização de atividades e projetos.

Além disso, a operação de reservatórios tem se mostrado cada dia mais complexa, lidando com um conjunto cada vez maior de variáveis de controle e exigindo a especialização crescente dos operadores dos sistemas. Para acompanhar as novas exigências do setor, as empresas têm buscado o desenvolvimento de ferramentas computacionais que agreguem em um mesmo ambiente todos os requisitos necessários [1].

A partir desses motivadores, iniciou-se o projeto de integração de informações elétrico-energéticas da CEMIG.

2.2 Facilitadores

A tecnologia existente de redes e as características de interoperabilidade e conectividade requeridas atualmente nos sistemas de hardware e software, possibilitam a integração entre sistemas computacionais diversos. Assim, com essas facilidades existentes nos sistemas SSCD e STH, o projeto planejado seria possível, promovendo a integração entre os dois sistemas.

Por outro lado, a disposição dos gerentes dos órgãos envolvidos de incentivarem e promoverem essa ação, alinhada às diretrizes da empresa e da diretoria facilitou o desenvolvimento do projeto. E aqui cabe como destaque um paradoxo, pois embora a competitividade seja uma palavra de ordem nos ambientes empresariais, a busca pela eficiência e otimização de custos apontam na direção do estabelecimento de parcerias e compartilhamento de recursos.

Além disso, outro facilitador a citar foi o fato dos dois sistemas terem sido desenvolvidos internamente na CEMIG, havendo portanto o domínio completo dos mesmos pelas equipes de desenvolvimento da DGT. Adicionalmente, alguns profissionais trabalharam no desenvolvimento dos dois sistemas.

3.0 - O SISTEMA DE TELEMETRIA HIDROMETEOROLÓGICA – STH

Dentro dos processos de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica há uma série de atividades altamente influenciadas pelas condições hidrometeorológicas, notadamente na CEMIG, onde o parque gerador é essencialmente hídrico, localizado nas nascentes das principais bacias hidrográficas do país, com regime fluvial caracterizado por acentuada sazonalidade e compreendendo um complexo sistema de reservatórios [2].

Para atender à demanda de monitoração das bacias hidrográficas onde a empresa atua, operando seu sistema de reservatórios em tempo real, realizando previsões de vazões, avaliando condições de montante e jusante e controlando cheias de forma eficiente e segura, foi montada uma rede telemétrica. Atualmente, a rede telemétrica é composta por 100 estações remotas distribuídas por todo o Estado de Minas Gerais e sul de Goiás, interligadas por rádio ou satélite a uma estação central, localizada no edifício sede da empresa, na cidade de Belo Horizonte. As remotas são classificadas segundo o tipo de grandeza coletada por cada um dos sensores nelas instalados, a saber:

- Hidrológicas: monitoram chuva acumulada e nível de rio ou reservatório.
- Climatológicas: monitoram chuva acumulada, radiação solar global, temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção do vento, velocidade do vento e pressão atmosférica.
- Mistas: monitoram todos os parâmetros acima.

Cada remota é capaz de realizar diversas operações automáticas de auto-supervisão, checagem dos limites definidos pelo usuário, validação dos dados coletados, avaliação de máximos e mínimos e envio de informações para uma estação central. Além disso, têm capacidade para armazenar um grande volume de dados coletados, que podem ser transmitidos para a central quando requisitados.

Para processar e armazenar os dados coletados e suportar os procedimentos de monitoração das bacias hidrográficas, foi desenvolvido o STH – Sistema de Telemetria Hidrometeorológica, resultado de uma parceria interna na CEMIG formada entre profissionais da área de Planejamento Hidroenergético e os responsáveis pelo desenvolvimento do Sistema de Supervisão e Controle Distribuído (SSCD) da empresa, pertencentes à equipe de Supervisão e Controle do Centro de Operação do Sistema (COS). A primeira versão do STH foi disponibilizada em agosto de 1999, sendo que a operação da rede iniciou-se já em 1998. Em 2006 foi disponibilizada a versão Intranet do sistema, denominada STHWeb, à qual foram agregadas diversas novas funcionalidades. A colaboração entre as áreas foi mantida, além da contratação de um desenvolvedor externo [3].

Entre as funcionalidades do STH destacam-se [1]:

- **Módulo de aquisição de dados e processamento de sinais de controle:** implementa os seguintes recursos, entre outros: converte o dado binário puro (“counts”) em unidades de engenharia; identifica medidas não confiáveis e associa a elas indicações de inconsistência; identifica mudanças de estado devidas a operações de manutenção na remota
- **Banco de Dados,** com aporte de dados brutos proveniente das remotas, da digitação dos dados na própria interface ou na interface do Sistema de Gerenciamento da Operação, esse instalado nas usinas
- **Módulo de Qualificação de Dados:** verifica a confiabilidade de cada dado e lhe dá uma nota em função do nível desse nível de confiabilidade, e possibilita que o sistema verifique que ele possa ser exibido ou não na Interface Homem-Máquina
- **Módulo de Cálculos:** realiza diversos cálculos com as grandezas brutas com nota acima de um parâmetro definido pelo administrador do sistema
- **Módulo de Monitoria:** é baseado nas instruções de operação as quais estabelecem, dentre inúmeras diretrizes, a periodicidade de coleta de dados para verificação das grandezas hidrológicas: níveis, vazões e volume de espera. Chegado o momento da monitoria de um reservatório, o sistema emitirá alerta, através do mapa georeferenciado (ver Figura 1) ou da própria interface, através de botões e suas cores sinalizadoras (ver Figura 2). É dividido de acordo com o perfil de cada centro de operação, sendo que cada operador visualiza apenas os reservatórios sob sua responsabilidade

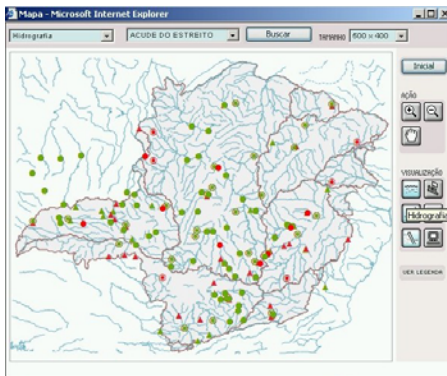






FIGURA 1- Mapa georeferenciado disponível no STH

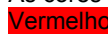

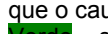


FIGURA 2: Interface do Monitoria

Os botões  indicam:

-  – horário de coleta e verificação obrigatória das grandezas hidrológicas;
-  – existência de observação temporária para o reservatório;
-  – o reservatório encontra-se fora da região normal de operação;
-  – existência de alarme gerado pela violação de alguma inequação do reservatório.

As cores dos botões indicam:

-  – evento gerado pelo sistema e ainda não reconhecido pelo operador;
-  – evento gerado pelo sistema, reconhecido pelo operador, mas com a permanência da situação que o causou;
-  – situação normal .

Os usuários contam ainda com o auxílio das informações em tempo real dos postos hidroclimatológicos de montante e jusante para subsidiar o controle e as decisões operativas. As grandezas hidrológicas também podem ser visualizadas de forma gráfica, facilitando a interpretação do estado operativo de cada reservatório. O estado operativo atual e os demais, bem como as suas respectivas decisões são traduzidas no diagrama de operação exibidas na interface, sendo esta uma excelente ferramenta de suporte à decisão

- **Simulação:** o sistema dispõe de ferramentas de simulação aonde é possível realizar simulações diárias e horárias. Além disso, partindo-se ou não de um estado de vazão afluente conhecido, pode-se aplicar um coeficiente de recessão à mesma e simular o comportamento do reservatório ou então utilizar os valores previstos pela área de hidrologia ou a MLT e seus percentuais ou ainda a digitação de valores de vazão afluente. Há a possibilidade de realizar simulações em cascata, ou seja, a simulação de um reservatório servirá como entrada para a simulação do reservatório de jusante e assim por diante. Além disto, várias simulações podem ser efetuadas sem que se percam as anteriores e é possível visualizar as mesmas através de gráficos ou exportá-las para planilha Excel. Nas simulações também pode-se optar pela verificação das inequações, visando informar ao usuário sobre os efeitos e conseqüências da simulação que está sendo efetuada, comparada com os limites do reservatório no cadastro do sistema
- **Consultas:** O volume e a variedade de informações geradas pelo STHWeb é imenso, e atende não só as equipes dos centros de operação, mas também as áreas de hidrologia, meteorologia, hidrometria e as engenharias da CEMIG. O sistema também possui vários clientes externos, como o ONS, ANEEL, prefeituras, universidades e outras instituições. As consultas a esta enorme gama de dados podem ser construídas pelos próprios usuários de forma interativa e dinâmica e também podem ser armazenadas para execução posterior. O usuário irá definir as grandezas, a freqüência dos dados, o período de cobertura da pesquisa, a fonte da medida, dentre outros parâmetros. O sistema disponibiliza os resultados através de gráficos e planilhas, sendo que estas são exportáveis para uso em outros aplicativos, como mostrado na figura 3. Para os usuários externos à CEMIG, o sistema é parametrizado para gerar consultas na freqüência e formato desejados e disponibilizar os arquivos em locais pré-definidos, tudo isto de forma automática



FIGURA 3: Resultado em gráfico de uma consulta

- **Módulo de Mensagem:** foi preparado para ser acionado por qualquer outro módulo do sistema. As mensagens são divididas por categorias (chuva, nível, vento, supervisão do sistema, inequações, etc) e prioridades (alarme, alerta e aviso). No caso do alarme, pode-se optar também pelo acionamento do Plantonista à distância, via telefone celular. Isto permite que o operador do sistema possa ser comunicado imediatamente de algum evento importante, mesmo se estiver distante da empresa.

4.0 - O SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DISTRIBUÍDO – SSCD

A operação do sistema eletro-energético é feita, na CEMIG, de forma centralizada e em quase toda a sua totalidade, remotamente, pelo seu Centro de Operação do Sistema (COS). Os operadores do COS têm como responsabilidade garantir uma operação segura e, nos casos de ocorrências, decidir quais ações devem ser tomadas, de maneira rápida e correta, de modo a restabelecer o sistema no menor tempo possível. Para que isto seja possível, eles precisam ter o suporte de um sistema computacional que monitore todas as variáveis que compõem o sistema elétrico e que, em tempo-real, disponibilize-as de maneira clara e direta.

Esse sistema computacional, o SSCD, se constitui em um sistema de gerenciamento de energia e possibilita aos operadores do sistema receber informações e enviar comandos a todas instalações do Sistema de Produção e Transmissão de responsabilidade da CEMIG, efetuando a supervisão e controle das principais grandezas analógicas (tensão, corrente, potência ativa, etc.) e grandezas digitais (estado “ligado/desligado”, “aberto/fechado” dos principais equipamentos), de forma a cumprir as metas estabelecidas no planejamento eletro-energético da operação. Tecnicamente, trata-se de um sistema modular, distribuído, baseado em redes locais, redundante e expansível, utilizando arquitetura cliente-servidor. Compreende um eficiente Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS), desenvolvido, em todas as suas fases, com a participação direta de todo o setor de operação da CEMIG, resultando em um sistema que atende os requisitos de segurança, confiabilidade, automatismos e integração com outros sistemas, requeridos pelo COS [4].

O SSCD encontra-se em operação desde 1996 e abrange um conjunto integrado de subsistemas, para gerenciamento de aplicações em sistemas de energia, com diversos subsistemas de tempo real, destacando-se:

subsistema de aquisição de dados e controle, subsistema de interface gráfica do usuário, subsistema de armazenamento, tratamento e visualização de dados históricos e de tendência de todas as medições, subsistema de controle de geração, subsistema de controle de tensão, subsistema de análise de rede em tempo real e modo de estudo, subsistema de preparação automática de estações, subsistema de tratamento inteligente de alarmes, subsistema especialista de apoio à operação.

Por ter sido desenvolvido com equipe própria, a CEMIG tem domínio completo do sistema, o que facilita manutenções, implementação de novas funções e integração com outros sistemas.

5.0 - O PROJETO

5.1 Histórico da integração e motivos que levaram a ela

Devido à grande proximidade entre as equipes de Operação do COS e de Planejamento HidroEnergético, em função das necessidades de suas atividades e sobretudo devido ao elo proporcionado pela equipe de Supervisão e Controle, responsável pelo desenvolvimento, manutenção e gerência computacional dos dois sistemas, SSCD e STH, percebeu-se a oportunidade funcional de tornar disponíveis os dois sistemas para as duas equipes. Assim, a partir de 2001, foi instalada uma versão do STH, com algumas restrições de acesso, nas estações de apoio dos operadores do COS. Da mesma forma, foi instalada uma versão reduzida e restrita do SSCD, para a equipe de programação da geração e controle de cheias da CEMIG.

A disponibilidade dos sistemas mostrou-se de grande benefício para as duas equipes, trazendo ganhos na rotina diária de suas atividades. Assim, os operadores do COS puderam visualizar os dados dos postos hidrometeorológicos do STH para auxiliá-los no processo de tomada de decisão no acompanhamento dos reservatórios, vinculadas também às simulações efetuadas pelos despachantes. Por outro lado, a equipe de planejamento energético pode vislumbrar em tempo real a situação operativa das unidades geradoras e com isto efetuar programações energéticas de curto prazo com um alto índice de acerto.

Como os ganhos observados foram muitos, expandiu-se o compartilhamento do STH para as usinas da CEMIG e Centros de Operação da Distribuição. Vale lembrar que o controle dos reservatórios da CEMIG é feito de forma distribuída, sendo que os do SIN – Sistema Interligado Nacional são de responsabilidade do COS – CEMIG e os demais são monitorados por pequenos centros regionais. Desta forma, o STH ampliou sua base de informações com a inserção de alguns dados de forma descentralizada, permitindo a um maior número de usuários o acompanhamento operativo em tempo real dos reservatórios de seu interesse e também a realização de simulações horárias e diárias para os mesmos, além de sistematizar rotinas de coleta de dados operativos nas diversas usinas de pequeno porte da CEMIG.

Com o acompanhamento da utilização dos sistemas, verificou-se que a integração dos mesmos poderia ir além da sua disponibilidade de uso em ambientes computacionais separados, ou seja, se houvesse uma integração maior entre os dois sistemas, os ganhos poderiam ser mais abrangentes.

Em 2003, implantou-se a transferência de dados entre os dois sistemas, onde informações relevantes para o COS e para a equipe de operação e controle de cheias puderam transitar automaticamente entre os dois ambientes, facilitando a integração e uma visão ampliada e abrangente do sistema da CEMIG. Dados como nível d'água e geração, programação energética e previsão de aflúncias, passaram a alimentar múltiplos processos das áreas, eliminando algumas rotinas manuais existentes até então.

5.2 Características técnicas da solução

A plataforma do SSCD (Sistema de Supervisão e Controle Distribuído) é responsável pelo gerenciamento do sistema elétrico de potência da CEMIG e é composta, falando-se de uma forma simplificada, basicamente por:

- Dois servidores Digital Alpha Server 8200 5/625, cada um com quatro processadores Alpha de 625MHz e 2GBytes de memória rodando o sistema operacional Open VMS 6.2 e o gerenciador de banco de dados RDB 6.1. Estas máquinas são usadas como servidores principais dos aplicativos que compõem o SSCD.
- Quatro estações de trabalho Digital DEC 3000 M900, com um processador Alpha 21064A de 275MHz e 160Mbytes de memória rodando o sistema operacional Open VMS 6.2.

Estas máquinas são interligadas através de uma rede FDDI de 100Mbps, e estão configuradas formando um *cluster*. Todos os outros componentes da plataforma estão interligados a 10Mbps.

Através da rede corporativa, os CODs e outros clientes do SSCD se interligam à plataforma e se utilizam da interface homem-máquina (IHM) do sistema para acompanhar em tempo real a situação do sistema elétrico no que diz respeito à sua área de atuação na interligação transmissão/distribuição. As aplicações de IHM usadas pelos CODs e outros clientes são configuradas para atender aos requisitos inerentes às suas áreas de atuação,

restringindo algumas funções que não agregariam valor aos procedimentos de supervisão e controle e gerência do sistema elétrico.

A plataforma do STH (Sistema de Telemetria e Monitoramento Hidrometeorológico) é responsável pelo gerenciamento do planejamento energético da CEMIG e é composta por:

- Um MS Cluster Server composto por duas máquinas HP/Compaq Proliant ML530 G1 (Dual Xeon 1GHz, 512MB RAM, 2x9GB HD). Estas máquinas são usadas como servidor de arquivos. Estas máquinas compartilham um storage fiber channel de 360GB. Em caso de falha de uma máquina, ocorre um processo de fail-over, e a máquina remanescente assume as funções da que falhou.
- Um servidor de aplicação composto por uma máquina IBM Blade Server HS20 (Dual Xeon 3.0GHz, 2.5GB RAM, 2x36GB HD). Esta máquina suporta a aplicação STH - Sistema de Telemetria e Monitoramento Hidrometeorológico e suporta o servidor de páginas utilizado para apresentação da interface homem máquina.

O SSCD e o STH estão interligados através de uma rede local de 100Mbps e são assim conectados à rede corporativa da empresa.

Para a realização do intercâmbio de dados e informações entre os dois sistemas, foram desenvolvidos e configurados aplicativos de rede que permitem o tráfego de medidas de um lado para o outro. Para tal foi criado um protocolo de comunicação, que exige um esforço mínimo de configuração, para permitir a inclusão e remoção de informações nas mensagens de dados trocadas entre os dois sistemas.

5.3 Benefícios obtidos

A integração dos sistemas mostrou-se de grande benefício para as duas equipes, trazendo ganhos na rotina diária de suas atividades. Exemplificando alguns deles, os operadores do COS puderam visualizar os dados hidrometeorológicos no acompanhamento dos reservatórios e postos a montante dos mesmos, auxiliando-os no processo de tomada de decisão operativa. Por outro lado, a equipe de planejamento energético pode visualizar em tempo real a situação operativa das unidades geradoras e com isto efetuar programações energéticas de curto prazo com um alto índice de acerto.

Em função dessa integração, dados de nível d'água e geração, programação energética e previsão de aflúências transitam entre os dois sistemas, alimentando processos múltiplos que dependem deles.

Adicionalmente, verificou-se que a agregação de valor se verificou não somente no campo da operação e da programação energética, mas também na preservação do conhecimento da diretoria, pois possibilitou com esse projeto o compartilhamento e a disseminação do conhecimento de forma natural, sendo que essas duas iniciativas representam as bases para a gestão do conhecimento, que é um assunto que tem despertado bastante interesse e preocupação nas empresas.

6.0 - CONCLUSÃO

Motivados por diretrizes empresariais que:

- privilegiam a sinergia entre processos, de forma a buscar o compartilhamento de recursos e competências, otimizando atividades e favorecendo o foco nos resultados,
- definem a utilização e recursos humanos internos para o desenvolvimentos de sistemas operativos internos,

dois órgãos da Diretoria de Geração e Transmissão da Cemig, um de operação de sistemas (COS) e outro de planejamento energético, uniram esforços para o desenvolvimento de um projeto de integração de dois sistemas computacionais, utilizados no desempenho de suas atividades. Esse projeto possibilitou a integração de informações elétrico-energéticas, possibilitando uma agregação de valor muito grande aos processos dos dois órgãos, possibilitando a disponibilidade de um sistema de apoio à tomada de decisão muito mais eficaz.

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que embora a competitividade seja uma característica marcante nas empresas, a busca pela eficiência e otimização de custos são favorecidas quando há estabelecimento de parcerias e compartilhamento de recursos. Esses dois vetores favorecem, também, o compartilhamento e a disseminação do conhecimento de forma natural, possibilitando que ocorra a gestão do conhecimento, que é um assunto do maior interesse entre as empresas, principalmente no cenário atual em que o turnover tem sido observado, mesmo nas empresas estatais e principalmente nas empresas privatizadas.

Pode-se afirmar que este projeto representa um esforço da CEMIG em tornar as decisões operativas mais dinâmicas e ágeis.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) LIMA, D. S., CAVALLARI, A., CASTRO, I. M. C., SILVA, WARNEY, A. "MONITORIA – UM APLICATIVO DE CONTROLE DE RESERVATÓRIOS EM TEMPO REAL DO COS CEMIG". IX EDAO, Goiânia, 2007
- (2) CEMIG – "Manual de Especificação do STHWEb". Belo Horizonte, 2005
- (3) CEMIG – "Manual de Especificação do STH". Belo Horizonte, 1998
- (4) CEMIG – "Manual de Especificação do SSCD. Belo Horizonte, 1995

8.0 - BIOGRAFIAS

André Cavallari
Engenheiro de Planejamento Hidroenergético
Fone: (0xx) (31) (3299-4297)
E-mail> cavallari@cemig.com.br

Dilmar Sérvulo Lima
Técnico de Supervisão e Controle de Operação do Sistema
Fone: (0xx) (31) (32752818)
E-mail> dslima@cemig.com.br

Inês Maria Café de Castro
Engenheira de Planejamento Hidroenergético
Fone: (0xx) (31) (3299-4627)
E-mail> icafe@cemig.com.br

José Newton Fernandes Ferreira
Eng. de Operação de Centro de Op. do Sistema
Fone:(0xx) (31) (3299-4527)
E-mail> newton@cemig.com.br

Lucia Helena Souza de Toledo
Eng. de Operação de Centro de Op. do Sistema
Fone: (0xx) (31) (3299-4917)
E-mail> lhtoledo@cemig.com.br

Roberto River Ferreira
Eng. de Operação de Centro de Op. do Sistema
Fone:(0xx) (31) (3299-2581)
E-mail> rriverf@cemig.com.br

Warney Araújo Silva
Eng. de Operação de Centro de Op. do Sistema
Fone: (0xx) (31) (3299-2172)
E-mail> warney@cemig.com.br