



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

GPD - 17  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO XV  
GRUPO DE ESTUDO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - GPD**

**EQUIPES MULTIDISCIPLINARES NA PARCERIA DE PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
UM CASO DE SUCESSO CEMIG-UFMG**

**Lucia Helena Souza de Toledo \*    Valter Resende de Faria    Maria Inês Murta Vale**

**CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais**

**Maria Helena Murta Vale    Gustavo Guimarães Parma**

**UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais**

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento do projeto do Sistema de Tratamento de Alarmes (STA), para o Centro de Operação do Sistema (COS) da CEMIG, realizado, a partir do programa de P&D da Aneel, ciclo 2000/2001, por equipes da CEMIG e da UFMG.

Diversos aspectos são tratados nesse artigo, ressaltando-se a estruturação definida para a equipe e a metodologia adotada no desenvolvimento, considerados fatores principais de sucesso do projeto. O propósito é contribuir para o desenvolvimento de P&D, através da apresentação da experiência da parceria CEMIG-UFMG, num projeto de tal natureza.

## PALAVRAS-CHAVE

P&D, Formação de Equipes, Centros de Operação, Tratamento de Alarmes.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

O modelo de competitividade que se imprimiu no cenário empresarial, nos últimos anos, tem pressionado as empresas a uma busca constante pela eficiência. Isso combinado com as mudanças na legislação previdenciária do país tem levado, inevitavelmente, a uma redução do quadro de pessoal. Em geral, o que se observa dessa redução é a perda do conhecimento técnico das empresas e uma necessidade de dedicação das equipes à rotina, para garantir a continuidade do serviço. Dessa forma, a possibilidade de dedicação a atividades de estudos e pesquisa aplicada, que normalmente eram executadas pelas empresas, na busca da excelência técnica e aprimoramento da engenharia, ficou comprometida.

Nesse contexto, o incentivo das parcerias entre universidades, centros de pesquisa e empresas tem-se apresentado como um caminho para que estas entidades transformem em oportunidade o quadro de desafios com que têm se confrontado nos últimos tempos. Projetos de parcerias têm trazido, a cada um dos participantes, a oportunidade de agregar às suas equipes, os esforços necessários para a busca de inovação e desenvolvimento tecnológicos, fundamentais para a evolução de cada um deles e do país.

Um outro aspecto a ser considerado, neste cenário, é a importância da composição de equipes multidisciplinares. A complexidade dos problemas para os quais se requer uma solução e a visão de integração que se tem buscado

\* Av. Barbacena, 1200 – Bairro Santo Agostinho - CEP 30190-131 – Belo Horizonte - MG - BRASIL  
Tel: (031) 3299-4817 - Fax: (031) 3299-3749 - e-mail: lh Toledo@cemig.com.br

nestas soluções, com o objetivo de se obter otimização dos recursos e processos, têm apontado para a necessidade de composição de uma equipe que agregue conhecimentos complementares.

Com esta visão, no ciclo 2000/2001 dos projetos de P&D, promovidos pela ANEEL, CEMIG e UFMG desenvolveram um Sistema de Tratamento de Alarmes para o Centro de Operação do Sistema (COS) da CEMIG, cujo sucesso se deveu, principalmente:

- à estrutura multidisciplinar da equipe montada;
- à metodologia adotada no desenvolvimento.

## 2.0 - A ESTRUTURAÇÃO DA EQUIPE

A definição da equipe partiu da visualização de todo o projeto, do início ao fim, para extrair do escopo todos os tipos de conhecimentos envolvidos. Dessa forma, verificou-se a necessidade de profissionais com experiência em gerência de projetos, especialistas em desenvolvimento de *software*, especialistas no sistema computacional utilizado no Sistema de Supervisão e Controle da CEMIG, onde iria ser integrado o Sistema de Tratamento de Alarmes e representantes da equipe de operação da CEMIG, que seriam os usuários principais do produto.

A equipe de projeto foi assim constituída:

- **Equipe de coordenadores de projeto:** composta por um membro da UFMG-LRC (*Lightning Research Center*) e outro da CEMIG, com a responsabilidade de definição dos recursos necessários ao projeto, gerência dos recursos humanos, materiais e de equipamentos alocados ao projeto, definição do cronograma, elaboração do Plano de Projeto e acompanhamento de todas as fases. Embora coordenando equipes de entidades diferentes, esses profissionais trabalharam de forma bastante integrada, como parceiros de fato, o que produziu excelentes resultados.
- **Equipe de operação:** componente de vital importância, pois representou os usuários e a engenharia necessária para se definir o processo de tomada de decisão a ser implementado. Teve papel importante também na validação do sistema. Foi formada por um engenheiro de operação e um operador do COS (que consolidava a visão dos outros operadores).
- **Equipe de pesquisadores:** com grande experiência em desenvolvimento de *software* para tempo real, avaliou as técnicas de solução mais adequadas ao sistema a ser desenvolvido. Foi constituída por um doutor da UFMG, que também participou da equipe de *software*, e por três engenheiros, com título de mestre, da CEMIG.
- **Equipe de software:** formada por componentes da equipe de sistema de supervisão e controle do COS da CEMIG, trouxe grande contribuição no processamento em tempo real. Dentre suas tarefas, destacam-se: gerência e modelagem da banco de dados; interface de comunicação com remotas; IHM (Interface Homem-Máquina); gerência do sistema computacional; codificação e validação do sistema e integração ao sistema de supervisão. Foi composta por cinco profissionais (um da UFMG e quatro da CEMIG).

A equipe trabalhou de forma bastante harmoniosa, compartilhando atividades, quando pertinente, com todas as decisões sendo tomadas em conjunto, em reuniões freqüentes de trabalho e de acompanhamento, conforme definido no Plano de Projeto. O objetivo da integração era a universalização do conhecimento de todo o processo de desenvolvimento e a transferência de tecnologia, de forma que o sistema ficasse aberto e de total domínio da equipe da CEMIG, conforme política adotada.

## 3.0 - A METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto partiu da experiência já adquirida pela sua equipe na implementação de sistemas para atuação em tempo real, que inclusive já havia trabalhado em parceria em outros projetos como no desenvolvimento do Sistema Especialista de Apoio ao Restabelecimento (9) e do Controle Automático de Tensão (8).

Tendo como ponto inicial a formação da Equipe de Projeto, procurou-se definir uma Especificação Técnica onde o STA fosse concebido nas suas definições básicas. Com uma Especificação Técnica bem detalhada, teve início a etapa de Projeto detalhado do aplicativo. Posteriormente à fase de Projeto, o STA passou pelas etapas de Implementação e Operacionalização.

Tal estratégia fica bem caracterizada através dos seguintes passos:

**Passo 1** – Estruturação do Projeto e Definição da Equipe de Projeto

Foi feita a estruturação do projeto, elaborando-se o Plano de Projeto (10), tendo como atividade de destaque a montagem da equipe de projeto, conforme apresentada no item 2.0 desse documento.

### **Passo 2 - Elaboração da Especificação Técnica**

Entende-se por Especificação Técnica o conjunto de definições que caracterizaram a ferramenta desenvolvida. Tais definições resultaram de um processo de discussões, entre as diversas equipes, sobre como seria o *software* desejado e qual a melhor forma de desenvolvê-lo. Toda a engenharia contida no processo foi nessa etapa explicitada (11), (12), quando importantes questões foram analisadas: (i) a abrangência do Tratamento de Alarmes; (ii) anseios da operação (resposta esperada); (iii) ambiente de desenvolvimento.

### **Passo 3 - Elaboração do Projeto**

Seu objetivo foi viabilizar a Especificação Técnica. Para cada resposta esperada do sistema, detalhou-se a maneira como esta poderia ser concretizada. Todos os itens foram analisados, buscando-se a solução para cada problema proposto.

Para cada item da Especificação Técnica foram identificadas quais informações seriam necessárias, quais estariam disponíveis e a melhor forma de capturá-las, sincronizá-las e utilizá-las. A maneira de viabilizar as informações não disponíveis foi identificada. Os relacionamentos da ferramenta com os módulos já existentes no sistema de supervisão e controle do COS foram definidos e as regras necessárias para a implementação da solução do problema proposto especificadas. Nesta fase foi definido, também, o formato do texto das mensagens a serem apresentadas aos operadores.

Ainda nesse passo, foi projetada a integração do *software* ao sistema de supervisão e controle da empresa, em todos os seus aspectos.

### **Passo 4 - Implementação do Projeto**

Etapa de codificação do sistema, considerando técnicas de soluções adequadas, portabilidade da ferramenta, bem como aspectos de manutenções operacionais e de atualizações tecnológicas.

### **Passo 5 - Operacionalização do Projeto**

Testes individuais e integrados, com entradas de dados reais foram efetuados, além da elaboração de documentação específica.

A gerência e o acompanhamento das atividades foram fundamentais para o sucesso das tarefas adotadas segundo a metodologia.

## **4.0 - O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ALARMES**

O STA desenvolvido tem como finalidade apresentar ao operador, de maneira clara e objetiva, as contingências do sistema elétrico. Visando aumentar a eficiência das equipes de operação, durante o restabelecimento do sistema, o STA elimina o número excessivo de mensagens apresentadas. Adicionalmente, ele agrega informações relevantes ao processo de tomada de decisões.

### **4.1 - Abrangência do STA**

A identificação dos alarmes apresentados pelo STA considera ocorrências do tipo **saída de componentes** (linhas, transformadores, barramentos, geradores etc.), agregando informações sobre a **atuação de dispositivos de proteção, atuação de esquemas de emergência** (ERAC, por exemplo), **atuação de religamento automático**, dentre outras. O STA apresenta também informações essenciais para o religamento adequado do sistema elétrico (indicação de linhas de restabelecimento especial, por exemplo).

### **4.2 - O Processo de Tomada de Decisão do STA**

A tomada de decisão do STA se baseia no **estado** de determinadas **funções** e na avaliação da condição do sistema elétrico, através de dados de grandezas analógicas e digitais, obtidas em tempo real. Essas **funções** correspondem a conjuntos de equipamentos do sistema, que foram agrupados de acordo com suas características operativas, sendo, assim, tratados de maneira mais intuitiva, pela equipe de operação. São elas:

(I) Transmissão;

- (II) Transformação;
- (III) Geração (ativo e reativo);
- (IV) Situação de *blackout*.

Esse último, apesar de não ser uma **função**, é uma situação em que há necessidade clara de se pesquisar e tratar, pois é, reconhecidamente, quando se vive um momento de grande estresse.

O processo de decisão do STA tem início, quando ocorre alteração de uma dessas **funções**. O STA busca, no entorno desta ocorrência, toda informação útil que possibilite ao operador maior agilidade e rapidez no restabelecimento do sistema. O processo se caracteriza pela busca em uma árvore de decisões, expressa em forma de inferência do tipo “se ... então ... senão”.

Para cada alteração de **estado** de uma **função**, o STA monta uma rede de informação contendo as definições abaixo:

#### (I) **FUNÇÃO** TRANSMISSÃO

##### Abertura de linha:

- Nome da LT (linha de transmissão);
- Condição desligada/desarmada, informando sobre a atuação da proteção;
- Número de terminais abertos;
- Origem do comando de abertura – manual local ou remoto;
- Ocorrência de religamento automático satisfatório;
- Ocorrência de religamento automático não satisfatório;
- Atuação de proteções impeditivas;
- Falha de comunicação remota;
- LT com restabelecimento especial;
- Atuação de esquema de controle;
- Atuação de ERAC (Esquema Regional de Alívio de Carga);
- Estágio de ERAC operado;
- Sobrecarga em linha ou transformador após a ocorrência.

##### Perda de tensão em barramento:

- Perda de tensão em barramento;
- Nome do barramento e da estação;
- Condição desligado/desarmado;
- Atuação de proteções impeditivas;
- Proteção responsável pelo desarme.

#### (II) **FUNÇÃO** TRANSFORMAÇÃO

##### Falta de tensão em transformador:

- Nome do transformador e estação;
- Condição desligado/desarmado, informando sobre a atuação da proteção;
- Enrolamentos desconectados da rede elétrica;
- Atuação de proteções impeditivas;
- Sobrecarga em linha ou transformador após a ocorrência;
- Seletividade de equipamento quando do paralelismo com apenas um disjuntor.

#### (III) **FUNÇÃO** GERAÇÃO (Ativo e Reativo)

##### Desinterligação de unidade geradora:

- Nome da unidade geradora e usina;
- Condição desligada/desarmada, informando sobre a atuação da proteção;
- Reversão automática para gerador/conversão para síncrono;
- Seletividade de equipamento quando do paralelismo com apenas um disjuntor.

##### Desarme de compensador síncrono ou estático:

- Nome do equipamento e estação;
- Condição desligado/desarmado, informando sobre a atuação da proteção.

#### (IV) SITUAÇÃO DE *BLACKOUT*

### Blackout em uma estação:

- Nome da estação;
- Suprime alarmes de LTs que não foram desligadas por proteção;
- Ativação do SAPRE (Sistema de Preparação Automática de Estações);
- Atuação completa / incompleta do SAPRE.

Todas essas informações são repassadas ao operador, no momento da ocorrência, sem que ele seja inundado por alarmes desnecessários. Com as informações à disposição, apresentadas de forma clara e completa, diminui-se, automaticamente, a ansiedade presente, no momento em que o operador é mais exigido, garantindo a ele uma maior segurança e rapidez para o restabelecimento do sistema.

### 4.3 - IHM – Interface Homem-Máquina

É através da IHM (Interface Homem-Máquina) que o operador do sistema interage com a ferramenta.

A figura 1 mostra a tela principal do SSCD, na qual o STA se encontra inserido, e a figura 2 mostra a tela específica do STA, que é dividida em duas janelas. Considera-se a primeira como uma janela **tempo real**, isto é, nela procura-se apresentar, ao operador, a situação atual do sistema. Quando há uma anormalidade, o STA apresenta, nesse espaço, as informações necessárias ao restabelecimento do sistema. Quando a anormalidade é sanada, pelo operador ou por algum esquema de controle, e a condição de normalidade é restabelecida, automaticamente, são eliminadas da janela **Alarmes** as mensagens que não mais refletem a condição atual do sistema.

Toda informação, que é incluída na primeira janela, é também incluída na segunda parte da tela. Quando um alarme é eliminado da primeira, é incluído, na segunda janela, um alarme indicando o retorno à condição normal daquele equipamento. Essa torna-se, então, um histórico para consultas rápidas do operador, sobre o que ocorreu no sistema elétrico nos instantes anteriores. A capacidade desse histórico é para os últimos 200 alarmes.

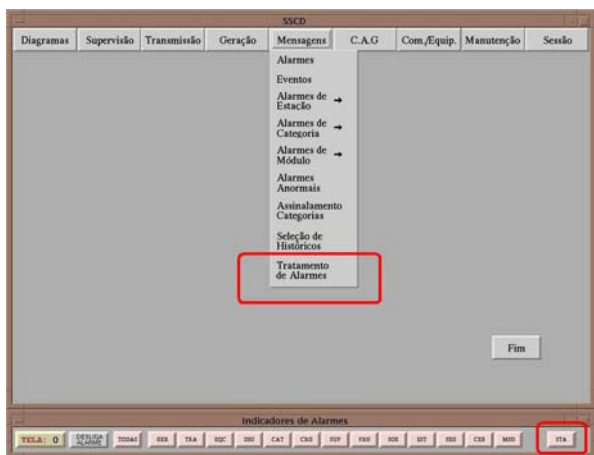


FIGURA 1 - Tela Principal do SSCD

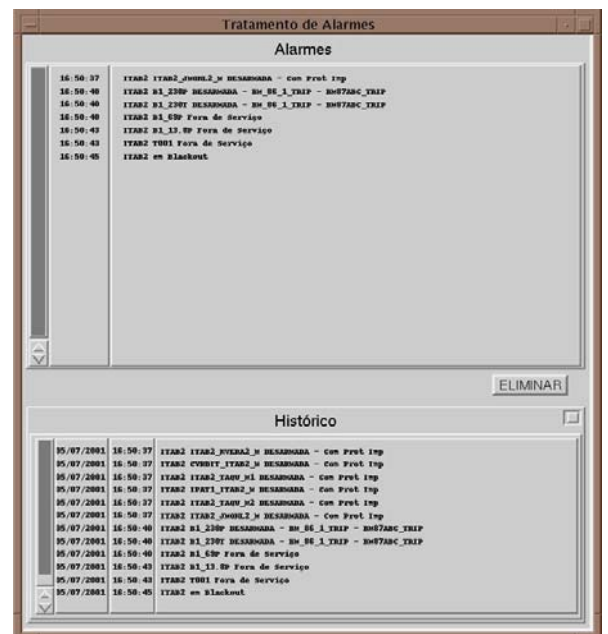


FIGURA 2 - Tela Principal do STA

### 4.4 - Resultados de Simulações

O COS da CEMIG, atualmente, opera por tele-controle 24 subestações da transmissão e 7 usinas; monitora remotamente e gerencia a operação de outras 15 subestações e mais 16 usinas; é responsável por 4,8 mil km de

linhas de transmissão. Totalizando, são mais de 20 mil medidas entre analógicas e digitais que chegam ao COS a cada 4 segundos.

Para exemplificar a grande importância do STA, para o processo de tomada de decisão, torna-se interessante apresentar um caso prático.

Analisa-se o *blackout* ocorrido em janeiro de 2002 no sistema interligado brasileiro. O Sistema de Supervisão e Controle da CEMIG recebeu mais de 10.000 alarmes para serem analisados em tempo real por apenas quatro operadores presentes no Centro de Controle. Na prática, o que ocorre é que os operadores atuam de acordo com a experiência adquirida no exercício da função, tomando como base algumas informações do Sistema de Supervisão e Controle e os contatos com os operadores que estão nas estações, quase sempre desprezando a tela de alarmes.

Através de simulação, foram analisados todos os alarmes dos primeiros minutos da perturbação. A tabela 1 apresenta uma comparação da quantidade de alarmes apresentada pelo sistema tradicional CEMIG versus a quantidade de alarmes que o STA usaria para representar a mesma situação. Vale lembrar que uma outra grande vantagem é que as informações afins são apresentadas agrupadas, não ocorrendo o risco de um alarme importante passar despercebido por estar rodeado de informações não relevantes para o momento. Essa tabela também indica que o percentual de redução do número de alarmes se eleva à medida que aumenta a quantidade de alarmes a serem analisados pelo STA.

TABELA 1 – Percentual de redução de alarmes

Tempo	Sistema Tradicional	STA	Redução
30"	69	11	84,1 %
1'	211	24	88,6 %
2'	459	49	89,3 %
5'	952	91	90,4 %
10'	1730	126	92,7 %

Convém salientar que o STA não apenas reduziu o número de mensagens, mas também agregou informações importantes, para a operação do sistema. O exemplo apresentado mostra a importância dessa ferramenta, para a operação em tempo real. A segurança e a rapidez inseridas no processo pelo STA são, sem dúvida, um ganho mensurável.

#### 5.0 - BENEFÍCIOS DO SISTEMA PARA A EQUIPE DE OPERAÇÃO DA CEMIG

Visando aumentar a eficiência das equipes de operação, durante o restabelecimento do sistema elétrico, o STA elimina o número excessivo de mensagens apresentadas. Adicionalmente, ele agrega informações relevantes ao processo de tomada de decisões. Assim, reduz-se o tempo de interrupções a clientes da empresa.

O STA atua no tratamento dos alarmes provenientes de ocorrências no sistema de Transmissão e Geração da CEMIG, visando alcançar diversos objetivos específicos, dentre os quais podem ser citados:

- a apresentação de ocorrências do sistema de forma organizada, possibilitando aos operadores, em tempo real, uma visão clara, sucinta e confiável da situação do sistema elétrico;
- uma maior eficiência nas tomadas de decisões, através do auxílio ao operador na interpretação dos alarmes, facilitando as conclusões sobre o estado do sistema, principalmente em situações de contingência;
- a minimização do tempo de restabelecimento do sistema.

Ressalta-se que os resultados desse trabalho têm influência direta na qualidade da energia entregue aos consumidores da empresa e na segurança da operação do sistema elétrico.

#### 6.0 - BENEFÍCIOS DA PARCERIA PARA A EMPRESA E A UNIVERSIDADE

De uma maneira geral, os Projetos de P&D da Aneel têm possibilitado às empresas obter soluções inovadoras e de alto valor técnico para seus problemas. Às universidades têm possibilitado mais uma oportunidade de desenvolvimento tecnológico e a aproximação com problemas reais das empresas, propiciando um casamento perfeito do pensamento acadêmico com a prática.

Através desses projetos, estabelece-se uma relação com ganhos para todos os envolvidos, gerando reflexos positivos tanto para a Universidade como para a empresa e, conseqüentemente, para o país.

Do Projeto de P&D realizado pela CEMIG e UFMG (P&D055), verificaram-se alguns benefícios, apresentados a seguir.

#### 6.1 - Benefícios para a Empresa

Entre os benefícios trazidos para a CEMIG, em função da parceria e da metodologia adotada, destacam-se:

- crescimento tecnológico da equipe devido à troca de experiência com profissionais acadêmicos altamente qualificados;
- desenvolvimento de ferramenta computacional de acordo com as mais modernas técnicas de programação;
- participação da equipe da empresa em todo o processo de desenvolvimento do projeto, garantindo o completo domínio da ferramenta;
- evolução tecnológica do Sistema de Supervisão e Controle Distribuído com a integração de um *software* inovador no Centro de Operação da empresa;
- não comprometimento das atividades de manutenção do sistema existente;
- difusão da capacitação tecnológica da empresa não apenas na comunidade acadêmica, mas também no setor elétrico.

#### 6.2 - Benefícios para a Universidade

Para a Universidade, são relevantes os seguintes benefícios obtidos com o projeto:

- desenvolvimento científico;
- crescimento acadêmico da equipe em decorrência da experiência no desenvolvimento do trabalho de pesquisa aplicada;
- evolução da estrutura da instituição para desenvolvimento de pesquisa, através da aquisição de materiais e equipamentos;
- publicações associadas à pesquisa.

#### 7.0 - CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS

Para se alcançar o sucesso obtido com o projeto do STA, embora a estruturação da equipe e do projeto tenham contribuído muito para isso, algumas dificuldades tiveram que ser vencidas.

Uma das primeiras dificuldades encontradas foi relativa à definição das cláusulas do contrato, de forma a atender os requisitos tanto da universidade quanto da empresa. Na época, só após a aprovação do projeto pela Aneel, é que foram iniciadas as negociações do contrato, o que tomou parte do tempo programado para o desenvolvimento do projeto, acarretando necessidade de solicitar à Aneel uma prorrogação do cronograma.

Outra dificuldade com que se deparou, foi a não possibilidade de dedicação ao projeto, conforme havia sido programada previamente, por parte da equipe da empresa. O crescente número de atividades e a escassez de mão-de-obra nas empresas têm absorvido seus profissionais na rotina, de forma a não possibilitar uma maior dedicação aos projetos. No projeto do STA, para fazer frente a esse problema, deslocou-se um profissional para a atividade de um dos componentes da equipe de projeto.

#### 8.0 - CONCLUSÕES

Entende-se que o projeto do STA foi um caso de sucesso, pois todos os resultados previstos na proposta foram alcançados, ou seja:

- foi desenvolvido o Pacote Computacional denominado STA – Sistema para Tratamento de Alarmes;
- a capacitação de pessoal da empresa foi viabilizada ao longo do desenvolvimento do projeto;
- foi feita a integração do STA ao Sistema de Supervisão e Controle do COS da empresa, com todos os requisitos funcionais atendidos.

Adicionalmente, foram publicados diversos artigos técnicos, em que se teve a oportunidade de fazer difusão tecnológica extensiva à comunidade não só acadêmica, mas das empresas de energia elétrica, de um modo geral (2), (3), (4), (5), (6). Entre os trabalhos, houve um artigo premiado como destaque na Operação de Sistemas Elétricos (7) e foi defendida uma dissertação de mestrado (1) na UFMG, por um profissional da CEMIG.

## 9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) FARIA,V.R. Especificação técnica de um sistema para tratamento de alarmes em centros de controle de sistemas elétricos de potência; Dissertação de Mestrado, PPGEE / LRC / UFMG, MG, 80p, Dezembro 2002; Brasil.
- (2) FARIA,V.R., VALE,M.I.M., ARAÚJO,L.E., VALE,M.H.M. STA – Sistema para tratamento de alarmes, uma ferramenta de auxílio à operação; III SEPOCH - Simpósio de especialistas em operação de centrais hidrelétricas, Novembro 2002; Brasil.
- (3) FARIA,V.R., VALE,M.I.M., ARAÚJO,L.E., TOLEDO,L.H.S., REZENDE,D.P., VALE,M.H.M., PARMA,G.G. STA – Sistema para tratamento de alarmes; EletroEvolução, No. 27, Junho 2002; Brasil.
- (4) VALE,M.H.M., PARMA,G.G., FARIA,V.R., VALE,M.I.M., ARAÚJO,L.E.,TOLEDO,L.H.S. STA – Alarm processing system – Computational tool integrated into CEMIG supervisory control system; VIII SEPOPE, Maio 2002; Brasil.
- (5) FARIA,V.R., VALE,M.I.M., ARAÚJO,L.E., TOLEDO,L.H.S., VALE,M.H.M., PARMA,G.G. Alarm processing system – STA , Practical tool integrated into a supervisory control system; IEEE / PES T&D – Latin America, March 2002; Brasil.
- (6) FARIA,V.R., VALE,M.I.M., ARAÚJO,L.E., TOLEDO,L.H.S., REZENDE,D.P., VALE,M.H.M., PARMA,G.G. STA - Sistema para tratamento de alarmes; VII EDAO – Encontro para debates de assuntos de operação, Março 2002; Brasil.
- (7) Murta Vale M.H., Vale M. I. M., Parma G. G., Faria V.R. STA - Sistema para Tratamento de Alarmes Aplicado ao Sistema da CEMIG, X ERLAC – Encontro Latino Americano da Cigré, Puerto Iguazú, Argentina, Maio 2003.
- (8) VALE,M.I.M., PRADO, P.M., VALE, M.H.M., JÚNIOR, M.P.B.J., COELHO, F.G.C. Automatic Voltage Control integrated in a supervisory control system; International Colloquium and Meeting – CIGRÉ, Novembro 1999; Brasil.
- (9) VALE,M.H.M., LAMEIRAS, M.S., LOBATO,M.V.C., VALE,M.I.M. SARESTA – Sistema de restabelecimento integrado ao Sistema de Supervisão e Controle Distribuído da CEMIG; XV SNTPEE, Outubro 1999; Brasil.
- (10) COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Plano de Projeto do Sistema de Tratamento de Alarmes; 02.111-TR/SO-035, Maio 2001; Brasil.
- (11) COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Especificação do Sistema de Tratamento de Alarmes; 02.111-TR/SO-037, Junho 2002; Brasil.
- (12) COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Especificação de Requisitos do Sistema de Tratamento de Alarmes; 02.111-TR/SO-036, Junho 2001; Brasil.