

.....

## ANÁLISE PRÁTICA DE IMPLEMENTAÇÃO DO ASTRO COMO FERRAMENTA PARA TREINAMENTO DE OPERADORES DA SUBESTAÇÃO CONTROLADORA BIGUAÇU DA ELETROSUL\*

Marcus Vinicius Gelain<sup>1</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem como tema e objetivo geral verificar as vantagens que podem ser obtidas com a implementação do software ASTRO (Ambiente Simulador para Treinamento de Operadores), no aperfeiçoamento técnico dos operadores lotados na CTBIG (Subestação Controladora Biguaçu) da Eletrosul. Embora tal ferramenta ainda esteja em processo de desenvolvimento, a mesma foi previamente disponibilizada pela empresa ao autor. Foi então alimentada toda a base de dados do software, permitindo que as primeiras simulações pudessem ser realizadas e seus aplicativos pudessem ser conhecidos. Posteriormente foi iniciada a criação de simulações de desligamentos de grande porte no sistema elétrico, onde as primeiras necessidades de melhorias já puderam ser observadas. A elaboração deste estudo, executada de forma mais criteriosa, visa gerar subsídios que possam servir de argumento para a efetiva implantação destas manutenções e melhorias. Para tanto, foi elaborado o cenário mais sombrio da rotina operacional, que é a necessidade da Recomposição Geral em virtude de um blackout, caracterizado pela falta de tensão no sistema. Desta forma, todas as qualidades e dificuldades notadas no software puderam ser repetidas à exaustão, fundamentando as conclusões que serão posteriormente aqui apresentadas.

**Palavras-chave:** ASTRO. Simulação. Treinamento. Operadores. Recomposição.

---

<sup>1</sup> Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL - egresso do curso de Engenharia Elétrica

\* Trabalho de conclusão de curso Orientado pelo professor Dr. João Luiz Alkaim - joao.alkaim@unisul.br



---

## 1. INTRODUÇÃO

A presença da tecnologia de ponta, especialmente ao longo das últimas décadas, vem mudando as relações de trabalho na sociedade. Atividades que até alguns anos atrás eram exercidas por um complexo corpo funcional de empregados, hoje podem ser otimizadas financeiramente com a adoção de tecnologias que visam maior qualidade na execução de serviços, o aumento nos níveis de desempenho e maior agilidade frente à dinâmica imposta pelo mercado.

As empresas do setor elétrico não ficam fora deste processo. A partir do início da década de 1980 algumas iniciativas pioneiras foram implementadas nas empresas de energia visando, num primeiro momento, apenas a supervisão remota dos equipamentos instalados nas unidades, substituindo gradativamente as informações que eram transmitidas via sistema Carrier e Fio Piloto.

No caso particular da Eletrosul Centrais Elétricas S.A., empresa subsidiária da Eletrobras Centrais Elétricas Brasileiras S.A., [...] a utilização de sistemas digitais de supervisão e controle de subestações de transmissão teve início a partir da implantação do Sistema DETRE (Despacho de Energia em Tempo Real) em 1984, onde foram instaladas as primeiras UTRs (Unidades Terminais Remotas) [...] (HIGASHI, 2005, p. 1).

Aproveitando o momento favorável com as vantagens observadas com a implantação de sistemas digitais foi implantado na Eletrosul [...] um programa de gestão pela qualidade total, definindo como diretriz tornar a tarifa de energia elétrica mais

atraente estabelecendo como meta a redução dos seus custos frente à crescente competitividade do setor elétrico [...] (ANDRADE, 1997, p. 1).

Como resultado deste programa, [...] em 1996, foi aprovado o Programa de Telecontrole de Subestações, que tinha como objetivos tornar desassistidas de operadores locais algumas de suas subestações e implementar mecanismos eficientes de operação e

---



.....

manutenção, aumentando a confiabilidade das informações destas subestações [...] (FLORES, 2008a, p. 2).

Abaixo, (FLORES, 2008a, p. 3) identifica 4 (quatro) gerações de sistemas digitais de supervisão e controle.

Quadro 1. Sistemas Digitais de Supervisão e controle

<b>GERAÇÕES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Primeira Geração (Sistema DETRE – 1980 a 1995)	Baseada em UTRs concentradas MAP Elebra; Protocolo proprietário (Conitel C3200); Sem redundâncias.
Segunda Geração (Telecontrole de Subestações – 1994 a 2000)	Baseada em UTRs concentradas MOSCAD Motorola; Protocolo padronizado DNP3.0; Com redundância parcial (fontes e CPU).
Terceira Geração (Sistemas Digitais Distribuídos – 1999 a 2006)	Baseada em unidades distribuídas de proteção e controle; Protocolos padronizados diversos (DNP, IEC101, IEC104); Totalmente redundantes.
Quarta Geração (A partir de 2007)	Baseada em sistemas totalmente distribuídos; Funções de proteção e controle distribuídas; Redes locais totalmente em fibra ótica em topologia anel auto-regenerativas (protocolo RSTP); Adoção da Norma IEC61850.

Fonte: Adaptado de (FLORES, 2008a, p. 3).

Nos dias de hoje, a quantidade de pontos digitais destinada para esta finalidade é tamanha que é possível operar com confiabilidade uma usina ou subestação de forma totalmente remota, sem depender da supervisão diária de um operador no local. Como bom exemplo na Eletrosul temos a SEBIG (Subestação Biguaçu) de 525/230/138kV, que é considerada 100% telecontrolada em virtude da existência de exatamente 5.117 pontos digitais de proteção, supervisão e controle e outros 338 pontos de medidas analógicas de tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, entre outros.

.....



.....

Não há limitações relacionadas à distância entre o Centro de Operação e a unidade telecontrolada para a implementação desta tecnologia, desde que haja um sistema de comunicação confiável.

[...] A política de operação vigente atualmente na Eletrosul define que toda nova unidade operacional, seja ela uma usina, uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica) ou uma subestação, projetada na empresa, já seja concebida para o Telecontrole [...] (FLORES, 2008b, p. 7).

“Atualmente todas as subestações da Eletrosul possuem um sistema digital, seja para telecontrole, controle local ou supervisão” (FLORES, 2008b, p. 7). Mas afinal, qual é a tecnologia operacional empregada para o Telecontrole destas unidades?

O SCADA/SAGE (*Supervisory Control and Data Acquisition/Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia*) é um *software* livre, desenvolvido pelo CEPEL (Centro de Pesquisa de Energia Elétrica), entidade vinculada à Eletrobras. É disponibilizado gratuitamente às empresas do setor elétrico. Este tem a finalidade de servir de interface entre a operação remota e a unidade telecomandada. A configuração do seu *hardware* é composta por servidores, CPUs e telas de computadores que variam em quantidade e desempenho de acordo com a finalidade e necessidades de cada unidade. Esta ferramenta apresenta um ambiente gráfico idêntico à instalação, representando todos os equipamentos existentes, mantendo a conformidade de suas posições físicas, permitindo ao operador a supervisão e controle em tempo real.

Diferentemente do ANAREDE - Análise de Redes (ANAREDE, 2011), o SAGE não tem a finalidade de analisar Fluxos de Potência e Contingências, por exemplo. Sua função limita-se a retratar na tela do computador as condições sistêmicas. Qualquer conclusão e/ou intervenção necessária no sistema deverá ser tomada pelo operador com base em instruções específicas.



.....

Conforme (ANDRADE, 1997, p. 4) descreve, [...] o SAGE fornece serviços aplicativos de supervisão e controle. No entanto, não é possível utilizar o SAGE para simulações de ocorrências. Durante anos os operadores deste sistema não contavam com nenhuma ferramenta onde fosse possível realizar treinamentos diretamente neste *software*. Visando contornar esta situação o CEPEL passou a desenvolver, em conjunto com a Eletrosul, o ASTRO (Ambiente Simulador para Treinamento de Operadores).

Sua finalidade é servir, como [...] um simulador de falhas que fornece ao operador um ambiente onde ele poderá exercitar a operação do sistema em condições normais ou de emergência, de forma segura, utilizando a mesma interface homem-máquina de um centro de controle real [...], no caso da Eletrosul, o SAGE. Possui a grande vantagem de utilizar o mesmo ambiente gráfico do gerenciador de energia, facilitando sua aceitação por parte dos operadores. Seu desenvolvimento ainda é recente e, até o momento, não foi testado e avaliado na Eletrosul.



---

## 2. ASTRO E SUAS TECNOLOGIAS

O principal aplicativo da arquitetura do ASTRO é conhecido como “editor de cenários”. Este tem como objetivo servir de ambiente gráfico, onde o operador possa interagir com o simulador, elaborando desligamentos e sequências de manobras referentes a cada unidade.

Fotografia 1 - *Hardware* do ASTRO instalado na Sala de Comando da CTBIG da Eletrosul.



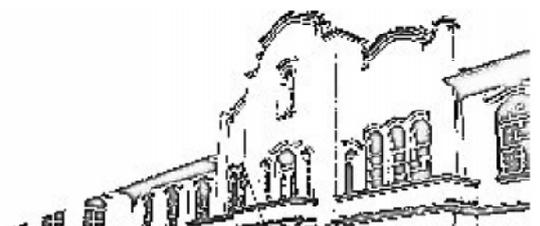
Fonte: Elaboração do autor, 2011.

Cada cenário pode ser configurado para que suas condições iniciais sejam diferentes entre si, visto que a base de dados de cada ocorrência pode ser editada pelo autor da simulação. Isto permite que diferentes condições iniciais sistêmicas sejam elaboradas e que tais condições sejam alteradas no decorrer do desligamento, dando maior realismo ao cenário.

Várias opções de recomposição do sistema também são facilitadas no aplicativo, estejam elas de acordo ou não com os manuais de operação. Como dito anteriormente,

---

*Cadernos Acadêmicos, Palhoça, SC, v.5, n. 2, ago-dez 2013*



.....

cada cenário pode ser elaborado apenas com uma única condição inicial. Porém, estes podem ser elaborados com uma infinidade de alternativas que levem a diferentes condições finais. Esse ponto é crucial à rotina de recomposição do sistema, visto que, para cada desligamento, há uma grande variedade de alternativas de recomposição.

Erros de manobras, passos desnecessários executados, demora na execução dos procedimentos e intervenção de outros agentes na recomposição também podem ser previstos. Além disso, a atribuição de uma nota final após cada simulação executada, também pode ser configurada automaticamente, estimulando os operadores a refazerem os testes, buscando melhorarem o seu desempenho.

O editor de cenários é baseado em MEFs (Máquina de Estados Finitos). Neste modelo, vários estados podem ser contidos no aplicativo, porém, apenas um único estará em curso durante a simulação. Isto facilita a edição, manutenção e ampliação dos cenários, visto que possíveis erros de elaboração dos mesmos estão presentes sempre num único estado anteriormente mal elaborado.

A transição entre estados seguem regras definidas pelo autor da simulação. Cada estado pode conter várias transições, mas apenas uma única transição pode ser disparada por vez. Sempre que, no decorrer do desligamento, alguma condição de transição seja satisfeita, a mudança de estado será automática, deixando para trás o estado anterior, tendendo assim ao encontro com um dos estados finais elaborados.

As variáveis que servem para alimentar a base de dados do ASTRO e propiciam as transições entre os estados devem ser idênticas às do SAGE. Estas podem ser agrupadas em dois grupos: a) pontos digitais de supervisão, proteção, controle e comando e b) pontos de medidas analógicas.

A configuração dos pontos digitais é lógica, dependendo exclusivamente da verificação do estado em tempo real de equipamentos de pátio (fechados ou abertos), elementos de supervisão (ativados ou desativados) e relés de proteção (atuados ou não-atuados), por

.....



.....  
exemplo. Já a configuração das medidas analógicas é bem mais dinâmica, pois estas sofrem influência constante das alterações sistêmicas. Fazem parte deste conjunto medidas de tensão, corrente, potência ativa, potencia reativa e potência aparente. Desta forma, cabe ao autor das simulações, ao longo dos estados e transições, replicar e editar estas grandezas, a fim de dar maior realismo à simulação.

### **3. ESTUDO DE CASO: SIMULAÇÃO DE UM DESLIGAMENTO GERAL NA CONTROLADORA BIGUAÇU USANDO O ASTRO**

A simulação proposta para analisar a viabilidade do ASTRO compreende um Desligamento Geral das 7 (sete) subestações telecontroladas pela CTBIG. Para fins deste estudo de caso, a causa desta falha não será considerada como sendo proveniente do sistema da Eletrosul, mas sim de qualquer outro ponto do SIN. Desta forma, ocorrerá apenas falta de tensão no sistema, caracterizado pela ausência de tensão nos barramentos das subestações. Também não será considerada a atuação de proteções impeditivas de recomposição, como a atuação de relés de bloqueio.

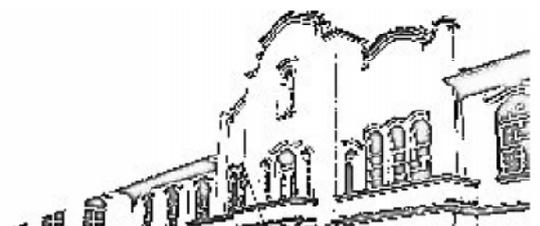
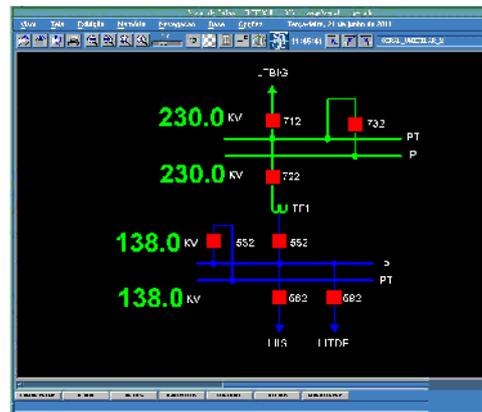
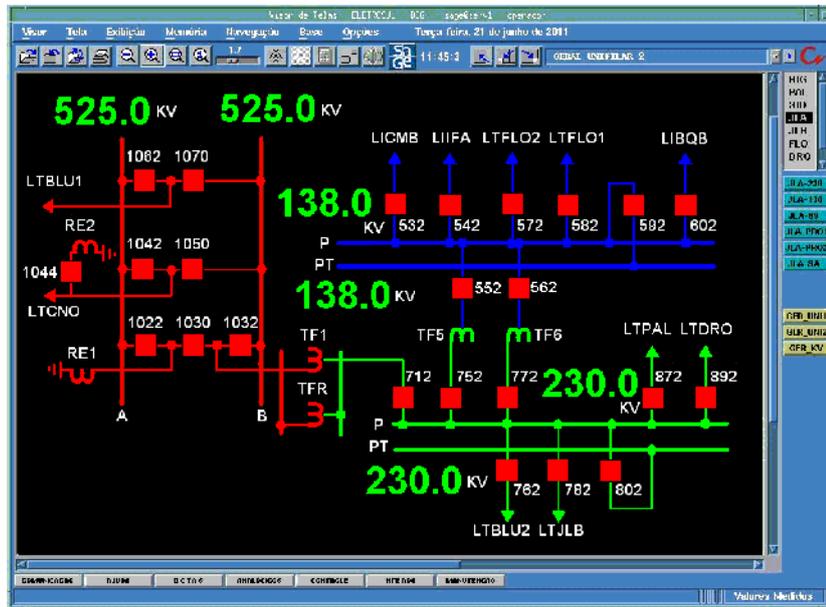
Os procedimentos gerais para recomposição do sistema estão descritos nos Manuais de Operação da Eletrosul.

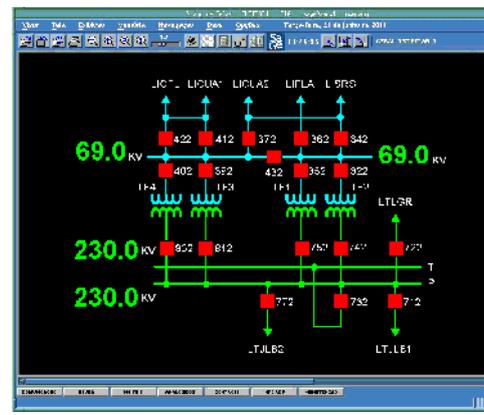
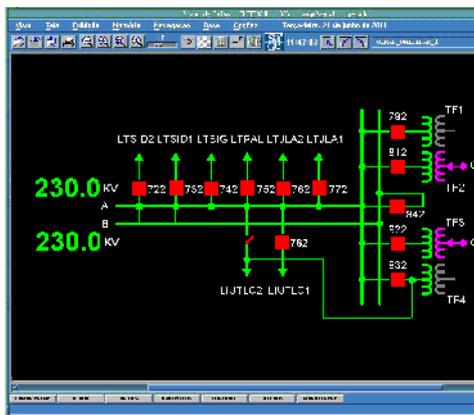
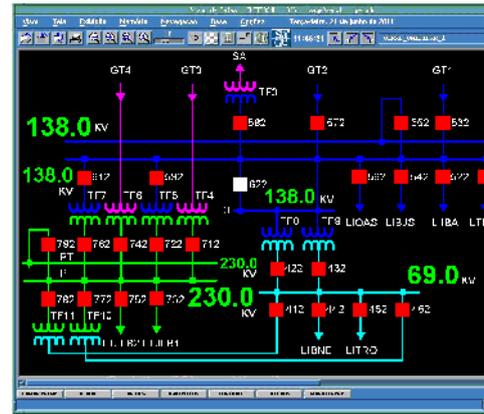
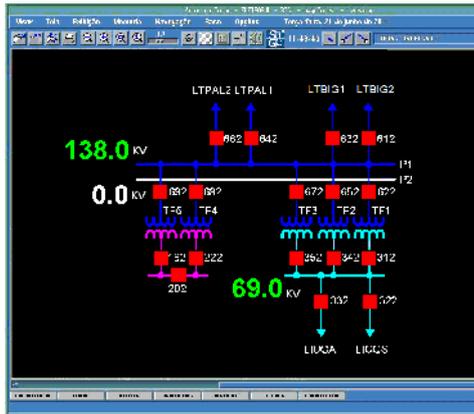
A Ilustração abaixo mostra a localização geográfica das subestações de transmissão da CTBIG no estado de Santa Catarina identificadas por um círculo na cor vermelha. Pode-se observar que todas as subestações desta controladora são interligadas por linhas de transmissão entre si.





As Ilustrações abaixo apresentam as telas do SAGE/ASTRO das SEs BIG, PAL, DRO, FLO, JLA, JLB e SID, respectivamente, de forma simplificada, pois não estão representadas as chaves seccionadoras e outras informações operacionais.



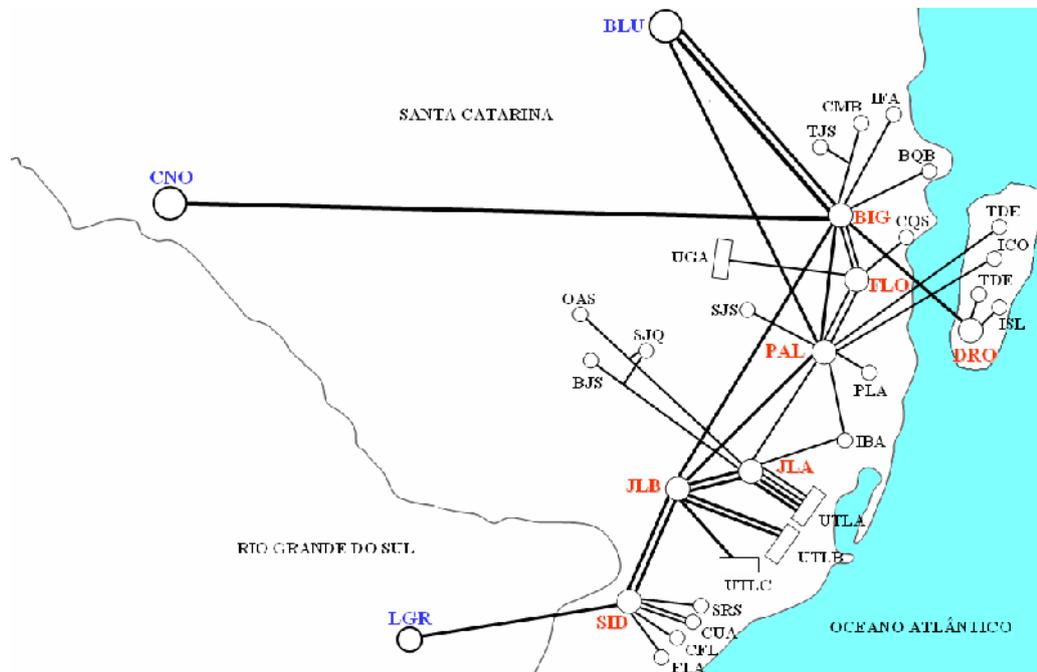


A caracterização do Desligamento Geral proposto para este cenário de estudo de caso é em virtude de uma falha no sistema fora do âmbito da CTBIG. Com isso, o *blackout* será apenas caracterizado pela ausência de tensão de todas as linhas e barramentos de todas as subestações apresentadas na ilustração anterior. A Ilustração abaixo apresenta como ficaria, de forma didática, o sistema após a desenergização completa do mesmo, com todas as subestações e usinas na cor branca e todas as linhas de transmissão na cor preta.



.....

Figura 2 - Sistema de transmissão da Subestação Controladora Biguaçu da Eletrosul sob *blackout*.



Fonte: Elaboração do autor, 2011.

A identificação do cenário do *blackout* foi facilitada com a interpretação da ilustração acima, pois ela apresenta todo o sistema elétrico da CTBIG numa única tela. Porém, na rotina operacional da controladora, são usadas 2 (duas) telas para esta finalidade.

Um desligamento destas proporções irá promover a atuação simultânea de aproximadamente 338 alarmes de medidas analógicas nas telas de alarmes e *logs* do ASTRO. Todas as grandezas de tensão, corrente, potência ativa, potência reativa e potência aparente de todas as linhas de transmissão, transformadores, reatores e banco de capacitores irão zerar, ultrapassando os limites inferiores pré-cadastrados. Isso contribuirá para uma poluição destas telas de alarmes que, ao invés de servirem como forma de identificação



rápida do defeito, tenderão a atrapalhar e atrasar o início do processo de recomposição fluente. A Ilustração abaixo apresenta a tela de alarme do ASTRO.

Figura 3 - Telas do SAGE/ASTRO de alarmes

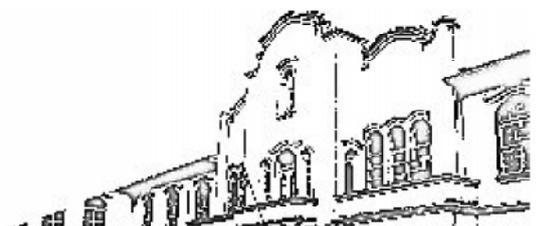
Visor	Ação	Reconhecer	Eliminar	Rec+Elim	Tela	Nota	GERAL	02:00:26
Filtro: Som Global: Hab Alarmes: 74 Urgência: Advertência: 2 Não Rec: 4								
29/06 01:58:03	BI_IPBUBA	FCOM.A	BIG IPBUBA	Falha da unidade ou comunic	Normalizado	[ 7 URG]		
29/06 01:53:28	PL_UJ772	TSES.A	PAL UJ772	Tempo sincronismo excedido	Operado	[ 4]		
29/06 01:06:44	FL_E17-UR67	FGES.A	FLO E17-UR67	Falha sinal GPS	Normalizado	[ 15 URG]		
29/06 00:00:00	Novo dia e 29 Jun							
20/06 22:50:45	FL_ORL	COMP1	FLO ORL	Compressor 1	Desligado	[ 3 ADV]		
28/06 22:45:49	BI_RE2	RMGA.A	ETC RE2	Ruptura non conserv elco fase A	Normalizado / Operado	[ 7]		
28/06 17:55:15	SD_TF2	VELR.A	SID TF2	Seletores comando ventilacao	Local			
28/06 17:50:07	SD_TF3	VEN2.A	SID TF3	Ventilacao estagio 2	Ligado	[ 1]		
28/06 17:50:07	SD_TF3	VEN1.A	SID TF3	Ventilacao estagio 1	Ligado	[ 1]		
28/06 17:50:07	SD_TF3	FAY2.A	SID TF3	Falha ventilacao est 2	Operado / Normalizado			
28/06 17:50:07	SD_TF3	FAY1.A	SID TF3	Falha ventilacao est 1	Operado / Normalizado			
28/06 17:50:05	SD_TF3	YERE.A	SID TF3	Ventilacao manual remoto	Operado			
28/06 17:50:05	SD_TF3	YEAU.A	SID TF3	Ventilacao automatico	Normalizado			
28/06 15:55:56	BI_SANTI	FGUL.A	ETC SANTI	Falha geral sist anti-incendio	Operado	[ 4]		
28/06 15:55:50	BI_ANTI	TPS_AIVD.A	ETC ANTI-TPS	Valvula diluicao	Operado	[ 32]		
28/06 07:44:56	ORL_AK-U01-6-B2	FUUN.A	URU AK-U01-6-B2	Falha unidade ou comunic	Operado			
28/06 00:00:00	Novo dia e 28 Jun							
27/06 00:00:00	Novo dia e 27 Jun							
26/06 00:00:00	Novo dia e 26 Jun							
25/06 19:18:03	PL_D3022	DMOX.F	PAL D3022	Testado	Aberto			
25/06 00:00:00	Novo dia e 25 Jun							
23/06 10:08:31	SD_TF4	VDESINV	SID TF4	Ventilacao Desligada	Operado			
22/06 04:14:45	BI_TF5	FUNCT.A	ETC TF5	Falha alarm CA water computador	Operado	[ 2]		

Fonte: SAGE/ASTRO, Eletrosul, 2011.

Essa demasiada quantidade de informação na tela de alarmes contribuirá também para que as proteções atuadas do sistema não sejam identificadas com a devida agilidade. Embora o cenário proposto não preveja a atuação de proteções, há de considerar-se também estes possíveis cenários.

Para nenhuma das atuações de proteção o ASTRO apresenta algum aplicativo que vise facilitar a identificação do defeito. Esta necessidade tornasse ainda mais relevante visto que, a atuação dos relés de bloqueio, relés de ilhamento e esquemas especiais são impeditivas. [...] A recomposição do sistema de transmissão deixa de ser fluente e passa a ser coordenada pelo COSE (Centro de Operação do Sistema Eletrosul), órgão de operação instalado na sede da empresa, a quem a CTBIG é subordinada [...] (ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S. A., 2011).

Após identificar o cenário do Desligamento Geral e confirmar a atuação ou não das proteções no seu sistema, [...] a equipe de operação deve então iniciar o primeiro



.....

procedimento padrão, que é a abertura de todos os disjuntores de todas as instalações [...] (ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 2011). Na CTBIG, dos 117 disjuntores existentes, é necessária a abertura de exatamente 106. Nos primeiros testes realizados pelo autor, foi verificado que este operador esquecia de algumas aberturas de disjuntores. Isso se deve à necessidade dos operadores da CTBIG terem de navegar em exatamente 16 telas do SAGE/ASTRO. Além disso, em virtude do elevado nível de *stress* da simulação, era comum o esquecimento da abertura de alguns destes disjuntores.

O ASTRO também não apresenta nenhum aplicativo inovador neste processo. Seria interessante a criação de uma lógica que lembrasse quais disjuntores são prioritários e, em casos extremos, alerte sobre o esquecimento da abertura de algum destes equipamentos.

Na elaboração dos cenários de simulação foi verificada a ausência de aplicativos no ASTRO que enviassem, de forma aleatória, tensão de retorno pelas linhas de transmissão, que alterassem automaticamente os valores da tensão e da potência reativa e recursos que permitissem uma maior agilidade na replicação de cenários já elaborados anteriormente para outras ocorrências. Também foi observada a necessidade de criação de telas auxiliares de recomposição.

#### 4. CONCLUSÕES

Durante a execução deste trabalho foram observados, caso seja disponibilizada esta ferramenta nas unidades, os seguintes benefícios do ASTRO a curto prazo:

Facilidade de treinamento em unidades não localizadas próximo ao centro de treinamentos da empresa;



.....

Aumento na disponibilidade de horários para treinamento. Devido ao regime de turno ininterrupto de revezamento vigente, os operadores nem sempre contam com data disponível para participar de todas as reciclagens na melhor oportunidade;

Simulação de ocorrências cujos procedimentos de recomposição sejam alterados em tempo real, sem ao menos terem tempo de serem publicadas nos Manuais de Operação;

Elaboração no simulador de manobras complexas padronizadas, como as de transferência de barra, evitando que dúvidas tenham de ser esclarecidas durante sua execução;

Motivação do operador no estudo informal de recomposições de circuitos;

Aumento do número de horas de treinamento com menor custo associado devido à possibilidade da realização destes nos locais de trabalho;

Possibilidade de acompanhamento da evolução do treinamento dos operadores.

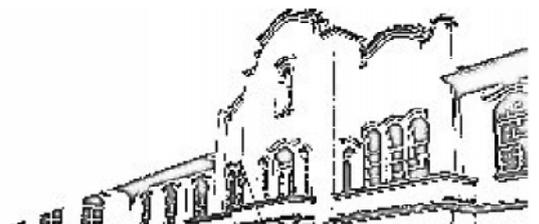
Durante a execução deste trabalho foram observados, caso seja disponibilizada esta ferramenta nas unidades, os seguintes benefícios do ASTRO a longo prazo:

Possibilidade de fazer parte do processo de Certificação de Operadores, determinado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) a todos os operadores do SIN, e que ocorre a cada 3 (três) anos;

Diminuição de pagamentos de multas pela empresa devido à erros operacionais;

Treinamento antecipado de operadores onde o acesso é empecilho para a realização de processos avaliativos. Como maior exemplo, têm-se hoje o caso da Subestação Controladora Porto Velho, no Estado de Rondônia, que ainda está na fase de construção. Sua distância com relação ao Centro de Treinamento da empresa, em Florianópolis, Estado de Santa Catarina, não colabora para que os operadores, que para lá ainda serão transferidos, possam interagir com as características singulares daquela unidade antes mesmo da sua inauguração.

.....



.....

Seguem os seguintes aperfeiçoamentos propostos ao ASTRO a fim de torná-lo uma ferramenta mais eficiente no desenvolvimento de simulações:

Criar um aplicativo que gerencie as várias possibilidades de energização de transformadores em paralelo;

Criar um aplicativo aleatório de recebimento de tensão;

Criar um aplicativo que altere automaticamente as grandezas elétricas com a conexão e desconexão de reatores e banco de capacitores no sistema;

Criar nas máquinas do estado uma opção que, se ativada, fará aparecer um alerta da tela de alarmes questionando a demora em efetuar algum procedimento;

Filtrar a quantidade de pontos digitais para as simulações, pois isto está acarretando no desempenho do *software* e aumentando a demora no carregamento das telas com os diagramas unifilares. A base de dados completa da CTBIG demora 47 minutos para ser carregada;

Padronizar, de maneira clara e objetiva, o conteúdo identificador de vários pontos digitais;

Criar telas especiais de recomposição em alguns casos especiais, disponibilizando assim, aos operadores, telas extras. Tais telas não seriam obrigatórias na recomposição. Sua utilização ficaria a critério de cada operador, quando o mesmo preferir esta tela auxiliar.

Criar telas especiais com todos os religamentos automáticos, energização de serviços auxiliares e atuações de proteções como 62BF, 87B e esquemas especiais;

Criar telas especiais que mostrem a evolução da energização num desligamento geral.

Para encerrar o texto afirma-se que os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados. A elaboração do estudo de caso deu subsídios para que fossem detectados entraves no aplicativo e, assim, melhorias fossem sugeridas.



.....

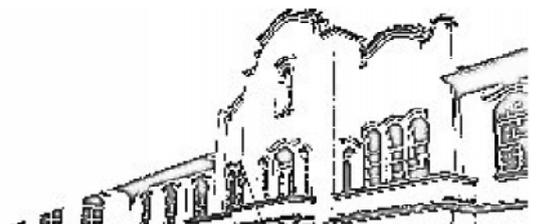
De forma bastante objetiva, pode-se concluir que, para simulações de pequeno porte, o ASTRO mostra-se como uma ferramenta adequada de treinamento. Porém, para simulações de grande porte, vários aperfeiçoamentos necessitam ser implementados, visando maior praticidade e agilidade na elaboração dos cenários.

Em virtude do seu conhecimento técnico operacional e com os subsídios obtidos ao final deste o autor do trabalho tem, como um próximo desafio, interesse de participar de um projeto de pesquisa e desenvolvimento na Eletrosul que vise:

A implantação do ASTRO em todas as SEs controladoras e no COSE;

O aperfeiçoamento da gerência e utilização do SAGE;

O estudo de tecnologias que garantam maior confiabilidade no sistema de telecontrole da empresa, justificando o emprego destes *softwares*.



---

## REFERÊNCIAS

ANAREDE. **Análise de Redes**. Disponível em:

<<http://www.sage.cepel.br/arquivos/pdfartigos/eletroev.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

ANDRADE, L. F. B. et al. Implantação do programa de telecontrole digital de subestações de transmissão da Eletrosul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 14., 1997, Belém. **Anais ...** Belém, 1997. ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S. A. Terminologia e Identificação: NOR-01/02. In: \_\_\_\_\_. **Manual de Operação da Eletrosul**, Florianópolis, 2011.v.1.

FLORES, G. H. et al. Experiência da Eletrosul na primeira subestação utilizando protocolo IEC 61850 com SAGEBOX. In: SIMPÓSIO DE AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, 7., Salvador, 2008. **Anais ...** Salvador, 2008a.

FLORES, P. H. et al. **Case:** avaliação crítica do processo de implantação do telecontrole de subestações de transmissão de energia elétrica na Eletrosul. Florianópolis, 2008b. Anotações do curso de pós-graduação em nível de especialização lato sensu (MAB) – Case: Gestão de Mercado de Energia Elétrica.

HIGASHI, S. S. S. C.; ANDRADE, L.F. B. Adoção de uma Arquitetura de Controle Digital de Subestações de Transmissão Baseada em Unidade Concentradoras. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE, 7., Rio de Janeiro, 2005. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

