



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

GOP - 26  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO IX  
GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP**

**SISTEMA DIGITAL PARA TREINAMENTO DE EMPREGADOS HABILITADOS DA TRANSMISSÃO QUE  
EXECUTAM ATENDIMENTO OPERATIVO NAS SUBESTAÇÕES DESASSISTIDAS DA CTEEP**

**Antonio Carlos Arias Zeller\***  
**Silvio Teles Machado**

**Denivon José dos Santos**  
**Wladimir Fernandes Silva**

**João Marcelo Ramires Ianhes**  
**Wladimir Fernandes Silva**

**CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista**

**RESUMO**

O trabalho desenvolvido tem a finalidade de unificar os métodos utilizados anteriormente para treinamento de empregados que prestam atendimento operativo em subestações da Gerência Regional de Bauru e reuni-los em uma única mídia, facilitando, padronizando e auxiliando os instrutores na preparação do curso e durante o desenvolvimento das aulas, através de uma ferramenta digital específica, que contém aplicativos simples de apresentação, animações interativas, dados técnicos, fotos, estatísticas e controles, porém recursos estes muito eficazes e de fácil manuseio que minimizam as possibilidades de falhas na preparação e desenvolvimento dos treinamentos.

**PALAVRAS-CHAVE**

Treinamento, Digital, Padronização, Interação, Operação.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista - CTEEP possui atualmente 101 subestações em operação, 3 Centros Regionais de Operação e 1 Centro de Operação do Sistema.

Um dos Centros Regionais é o Centro Regional de Operação Bauru (CROB), que é responsável pela operação de 43 subestações, sendo que uma parte deste total é composto por subestações totalmente desassistidas ou parcialmente assistidas. Nestas subestações, existe a necessidade da atuação de Empregados Habilitados da Transmissão (EHT), ou seja, colaboradores que exercem suas atividades na área de manutenção, porém, após serem treinados, são considerados habilitados a operarem as respectivas subestações durante o atendimento de liberações e normalizações de equipamentos para a intervenção das próprias equipes de manutenção.

Anteriormente os treinamentos eram realizados baseados em apostilas sobre equipamentos, sobre normas técnicas, instruções de operação da CTEEP e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, sendo que o planejamento, desenvolvimento e aplicação das aulas eram prerrogativas exclusivas dos instrutores, tomando-se como base apostila escrita especificamente para treinamento de Empregados Habilitados da Transmissão e seus conhecimentos próprios da instalação. Deste modo, o resultado era um treinamento particular para cada subestação da Gerência, estas aulas possuíam todo o conteúdo desejável, mas com a formatação individual de cada instrutor colaborador, impossibilitando o aproveitamento dos recursos utilizados, ou desenvolvidos por estes empregados, em outras subestações não pertencentes à área de atuação dos mesmos.

## 2.0 - SUBESTAÇÕES DESASSISTIDAS OU PARCIALMENTE ASSISTIDAS

As subestações onde não existem operadores no local ou os mesmos obedecem escala de revezamento durante apenas um período do dia, permanecendo sem nenhum operador na instalação nos demais períodos, e dentro dos quais estas localidades são operadas através do Sistema de Supervisão e Controle, são chamadas respectivamente de Subestações desassistidas ou parcialmente assistidas.

O CROB opera atualmente 10 Subestações desassistidas e 9 Subestações parcialmente assistidas, perfazendo um total de 19 subestações que estão distribuídas na região centro-oeste do Estado de São Paulo, desde o planalto paulista até os limites com os Estados do Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

Estas subestações compõem a malha de 138kV e abaixo do sistema CTEEP na Regional Bauru, atendendo clientes nas classes de tensão de 11,5 e 13,8kV, porém todas são classificadas como subestações interligadoras.

## 3.0 - EMPREGADO HABILITADO DA TRANSMISSÃO – EHT

Nas subestações desassistidas ou parcialmente assistidas, onde há a necessidade de atendimento operativo por um empregado lotado na Área de Manutenção, a própria Área de Manutenção indica os nomes dos colaboradores que deverão ser treinados pela Área de Operação na atividade de Empregado Habilitado da Transmissão.

Os EHTs, como são chamados, tem a função de executar os atendimentos operativos para liberar e normalizar equipamentos para intervenção das próprias equipes de Manutenção, a que atuam, ou outras equipes que possam vir a precisar de seus serviços. Também faz parte das suas atividades, o atendimento operativo em situações de urgência ou emergência.

O CROB tem cadastrado hoje em dia mais de quarenta empregados habilitados para executarem atividades de EHTs nas diversas subestações da Gerência, sendo que em vários casos, onde a proximidade das localidades exige, os EHTs são treinados para prestar o atendimento operativo em mais de uma subestação de sua área de atuação de Manutenção.

## 4.0 - DESENVOLVENDO UMA FERRAMENTA DE APOIO

A necessidade de padronizar os treinamentos realizados anteriormente nos levou a buscar soluções para agrupar todos os conhecimentos adquiridos pelos instrutores colaboradores e também agregar facilitadores para a execução das aulas em um único domínio.

Atualmente, o treinamento é realizado a partir de um poderoso sistema inteiramente digital e interativo que oferece dinamismo, sendo uma plataforma que possibilita acesso rápido e fácil às aulas, animações e demonstrações, e ao mesmo tempo uma interface didática aos treinandos, apresentando exemplos de fácil compreensão e demonstrações gráficas. Todo o material está contido em uma mídia gravada e é distribuído a todos os instrutores colaboradores para que os mesmos se orientem desde a fase de preparação, onde podem buscar o auxílio necessário para a formalização do treinamento junto ao Departamento competente e os documentos desta formalização até a efetiva execução das aulas, permitindo sempre ao instrutor imprimir seu ritmo de aula e decidir sobre a seqüência e intensidade das matérias, conforme a resposta dos alunos.

Esse dispositivo é o ASSISTENTE PARA TREINAMENTO DE OPERAÇÃO (ATO), e possui uma fase para a preparação do treinamento, e uma fase própria para a execução do treinamento, conforme mostrado na Figura 1.



FIGURA 1 – Tela inicial do ATO

#### 4.1 Fase I - Preparação do treinamento

Na fase de preparação, os instrutores podem contar com material para auxiliá-los no planejamento da logística do evento e um banco de dados contendo questões para a elaboração dos testes de avaliação inicial e final, sendo que, o ATO permite que parte das avaliações contenha questões elaboradas pelo próprio instrutor, caso as julgue importantes. As questões do teste final são automaticamente escolhidas pelo programa através de um relacionamento pré-estabelecido para que tenham relação direta com as questões escolhidas no primeiro teste, abordando os mesmos assuntos. Assim, o instrutor pode medir com maior precisão o aproveitamento do aluno, e o próprio aluno também pode constatar sua evolução ao longo do treinamento.

Como o objetivo do trabalho é unificar os métodos de treinamento, porém manter as características particulares da aula de cada instrutor, pois é ele quem mais conhece as necessidades de sua subestação, o instrutor conta com um roteiro orientativo exclusivo de cada subestação para as aulas, que o instrui quanto à distribuição da carga horária, das matérias e assuntos, para que as aulas sejam padronizadas, porém mantendo margem para seu próprio método.

Este material ainda contém todas as apostilas que serão distribuídas durante o treinamento, os exercícios que serão realizados com a classe, para apoio e fixação, material didático de apoio e os documentos necessários para a formalização do treinamento.

#### 4.2 Fase II – Execução do treinamento

Nesta fase, o instrutor desenvolverá a aula através dos arquivos animados, para possibilitar o dinamismo e melhor entendimento dos assuntos abordados. Estas animações também auxiliam o desenvolvimento das explicações do instrutor, auxiliam na realização e correção de exercícios, sendo que, também possui animações para o estudo teórico de todas as manobras possíveis de cada subestação.

Durante toda a Fase II, o programa permite que o instrutor navegue entre as diversas etapas de treinamento, podendo decidir pela retomada ou antecipação de qualquer uma das etapas, conforme seja identificada esta necessidade.

Este esquema permite que a parte teórica do treinamento seja realizada na própria instalação, ou em locais distantes, no entanto, o CROB opta por realizá-los nas próprias localidades, permitindo assim, uma completa integração do aluno com a subestação e o contato direto com os equipamentos e técnicas imediatamente após as mesmas serem apresentadas.

##### 4.2.1 Seleção da subestação desejada

A primeira ação na Fase II compreende na seleção da subestação desejada para o treinamento, bastando para isto clicar sobre o nome da subestação localizada no mapa do Estado de São Paulo, conforme Figura 2.

A partir deste ponto, a escolha do instrutor permitirá acessar somente o conteúdo do programa que é pertinente aos assuntos específicos da subestação selecionada, fazendo com que o programa torne-se uma ferramenta individual para cada subestação.

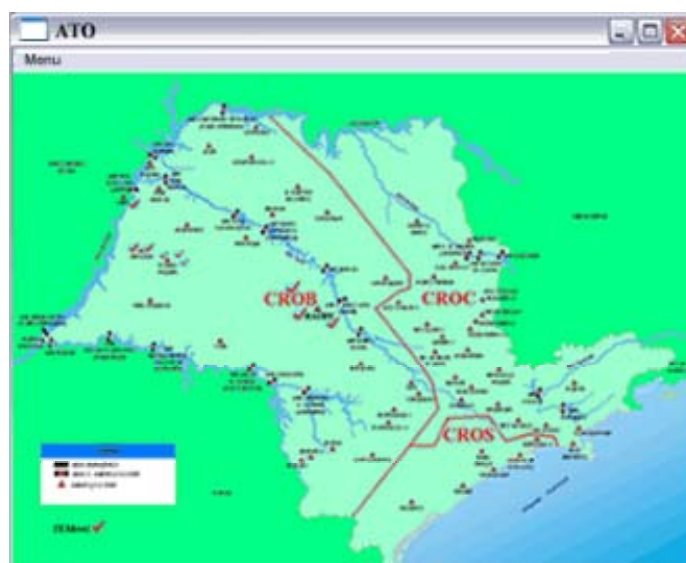


FIGURA 2 – Subestações da CTEEP

#### 4.2.2 Apresentação da subestação aos treinandos

Esta etapa do programa permite que o instrutor explique ao EHT a dimensão de suas atividades, responsabilidades e competências, através de apresentação resumida da configuração da subestação e sua influência no sistema elétrico, destacando também a coordenação do CROB sobre as ações executadas pelo EHT e demonstrando uma síntese do Sistema de Supervisão e Controle utilizado pelo Operador de Sistema do CROB, para que com isto, o EHT possa situar-se no contexto e subsidiar seu coordenador da melhor forma possível durante as manobras.

#### 4.2.3 Instruções e Normas de Operação

Através de animações, simulações de casos e realizações de exercícios individuais e em grupos, o programa fornece ao instrutor as ferramentas necessárias e os subsídios de fundamentação para o estudo das Instruções e Normas de Operação pertinentes às atividades dos EHTs com enfoque apenas nos capítulos específicos para esta função, sendo que as Normas apresentadas são as seguintes:

- IO/TO/103 (Procedimentos Básicos para Impedimento de Equipamentos ou Instalações para Execução de Serviços);
- IO/TO/104 (Segurança do Trabalho em Instalações do Sistema).

#### 4.2.4 Terminologia de Operação

Nesta etapa o instrutor utiliza o recurso digital para expor resumidamente o funcionamento dos equipamentos, pois este estudo será mais detalhado na etapa que trata da Tecnologia de Equipamentos, e em seguida apresenta a Terminologia dos Números de Identificação e Funções dos Dispositivos Elétricos de Proteção, Regulação e Controle, conforme a norma ANSI C-37-2, onde o treinando pode associar o número do relé com seus significados de denominação e função, conforme demonstrado na Figura 3.

Para a melhor fixação desta terminologia o programa dispõe de diversos exercícios, onde o próprio instrutor deve selecionar o que mais lhe aprouver.

Em seguida a equipe, coordenada pelo instrutor, faz o reconhecimento destes dispositivos no diagrama da subestação onde os mesmos podem compreender melhor o seu funcionamento e sanar eventuais dúvidas.

Vale destacar que o programa só irá apresentar os dispositivos que existem na instalação, dispensando assim, que o aluno dedique-se ao estudo de um dispositivo que não faz parte dos relés daquela instalação.



FIGURA 3 – Terminologia para relés de proteção

#### 4.2.5 Simbologia na Operação

Para o estudo das simbologias dos equipamentos utilizadas nos diagramas de operação, suas nomenclaturas, significados e funções, o programa dispõe de uma seqüência de exemplos, conforme Figura 4, onde o instrutor poderá discorrer sobre estas interpretações.

Semelhante à etapa anterior, o programa também dispõe de exercícios que auxiliam os treinandos na associação das simbologias apresentadas com os equipamentos constantes nos Diagramas de Operação, sendo que o instrutor selecionará os exercícios mais adequados àquela subestação.

O ATO possui todos os Diagramas Unifilares de Manobras das Subestações do CROB, permitindo com isto, que o instrutor utilize-se do diagrama da subestação foco do treinamento para exercitar os conhecimentos que os alunos acabaram de adquirir, através da interpretação das simbologias contida nos desenhos e também realizando o reconhecimento da configuração de operação da localidade.

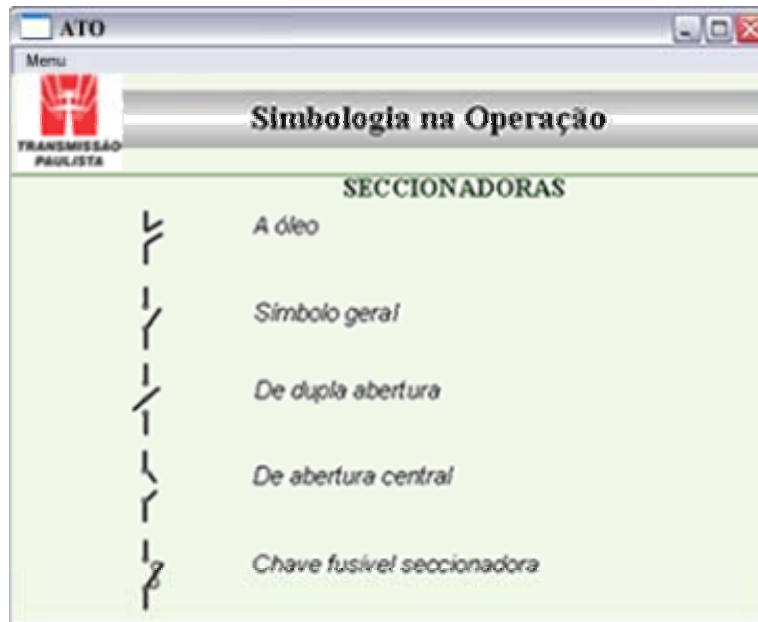


FIGURA 4 – Simbologia de seccionadoras

#### 4.2.6 Tecnologia de equipamentos

Nesta etapa serão estudados o funcionamento e finalidade dos equipamentos e esquemas que fazem parte da subestação, sendo que para auxiliar as explicações do instrutor o programa dispõe de fotos de vários tipos de equipamentos, dados técnicos e uma série de animações tais como a montagem animada de um transformador de potência com seus componentes principais e acessórios, vide Figura 5, onde o aluno pode compreender a finalidade e funcionamento dos mesmos.

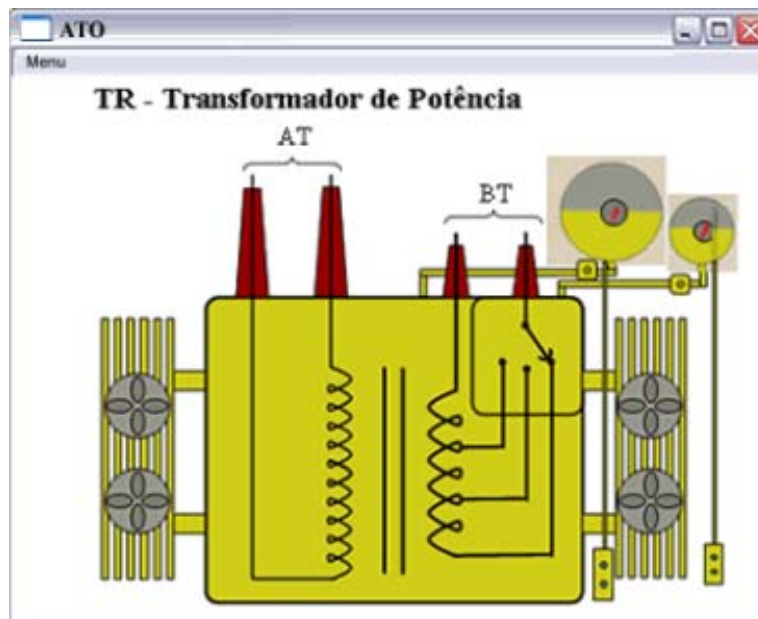


FIGURA 5 – Transformador de Potência

Entre outros recursos disponíveis nesta etapa do programa, destaca-se também a animação preparada para a aula sobre Transformadores de Corrente e Transformadores de Potencial, onde são demonstrados estes equipamentos em corte com todas os seus componentes numerados, enrolamentos primários e secundários, sendo que quando o instrutor aponta o cursor sobre qualquer peça de um deles, simultaneamente o nome da mesma ficará em destaque, piscando de uma cor diferente da inicial, conforme Figura 6.



FIGURA 6 – TC e TP em corte

O sistema ainda possui recursos para as aulas sobre os seguintes equipamentos:

- Pára-raios;
- Transferência Automática de Linhas;
- Esquema de Transferência Manual de Subestações;
- Funcionamento básico de disjuntores, seus acionamentos e sistemas para extinção do arco elétrico;
- Sistemas de Tele-proteção e Transfer Trip;
- Esquema para Transferência de Proteção de Neutro em alimentadores;
- Esquema de Trip via TP com ou sem relés de sobrecorrente;
- Esquemas de ligação e atuação para relés de sobrecorrente;
- Esquemas dos demais relés de proteção e / ou auxiliar de manobras existentes na subestação;
- Fontes de alimentação do Serviço Auxiliar, suas principais sinalizações e alternativas possíveis

#### 4.2.7 Manobras

Esta última etapa é também uma das mais dinâmicas, onde o aluno exercitará todos os conhecimentos até aqui adquiridos, através de manobras interativas em diagramas da própria subestação em treinamento, conforme Figura 7.

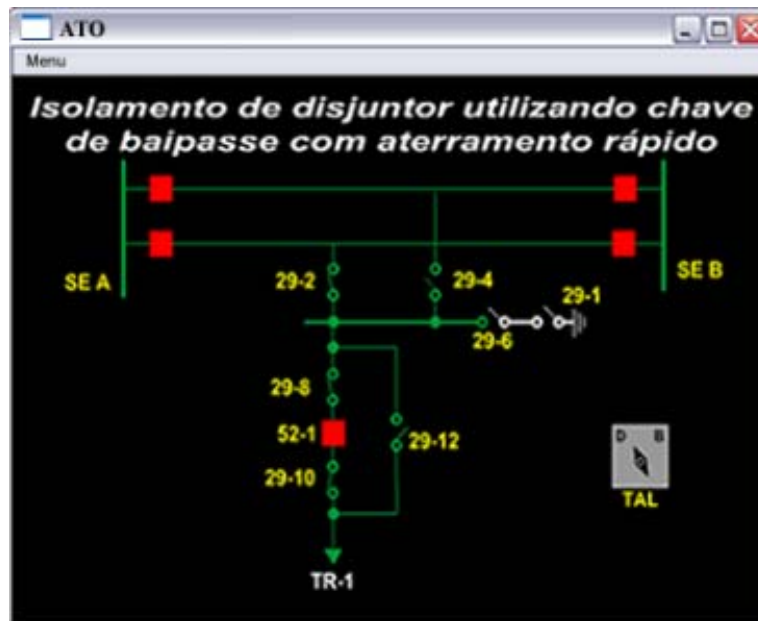


FIGURA 7 – Manobras interativas

Sob a coordenação do instrutor os alunos poderão realizar a simulação de todas as manobras possíveis da subestação, acompanhando na tela seu desenvolvimento passo a passo e observar as variações de configuração até o final da liberação ou normalização proposta.

Caso o aluno cometa algum erro, invertendo a ordem de manobra, ou mesmo execute uma ação não esperada, o programa automaticamente sinaliza erro na execução e permite ao aluno prosseguir as manobras do passo imediatamente anterior ao erro cometido.

Esta lógica computacional possibilita ao treinando a liberdade de escolha para as ações dentro de uma manobra qualquer, sem que o mesmo coloque o sistema em risco, no entanto, mesmo que sutilmente, estabelece uma tensão superficial, a qual estará presente nas atividades efetivas dos EHTs.

Após o estudo, através do simulador, de todas as manobras possíveis de serem executadas na subestação, o instrutor acompanhará todos os alunos, sendo um por vez, na execução real das manobras possíveis de serem realizadas sem interrupção aos consumidores, entretanto, nesta fase o ATO – Assistente para Treinamento de Operação – já atingiu o seu objetivo.

## 5.0 - CONCLUSÃO

Este sistema permite navegar de forma interativa através de todos os seus recursos disponíveis, possibilitando ao instrutor imprimir seu método de aula e ao mesmo tempo contar com a lógica digital para disponibilizar-lhe apenas os assuntos pertinentes à subestação em que efetua o treinamento, pois ao iniciá-lo, o sistema permite-lhe escolher onde será realizado, e deste ponto em diante, apenas será possível selecionar as matérias, exercícios, manobras ou questões existentes para aquela subestação, entretanto a ordem de escolha é facultada ao instrutor.

Desta forma, conseguimos padronizar todos os treinamentos realizados na Gerência Regional de Bauru para Empregados Habilitados da Transmissão que prestam atendimento operativo em subestações desassistidas ou parcialmente assistidas, com relação ao conteúdo, material de apresentação, exercícios teóricos e práticos, estudos de manobras, avaliações e documentação, porém, conservamos os procedimentos adequados já existentes e a possibilidade de abordar em cada treinamento as particularidades de cada instalação.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Manuais de fornecedores de equipamentos de alta tensão.
- (2) Centro de Treinamento de Ilha Solteira. Manobras – Terminologia de Operação para Subestações (GCOI).
- (3) Centro de Treinamento de Ilha Solteira. Manobras – Simbologia
- (4) Nivaldo Maganha. Operação de Subestação.
- (5) Centro de Treinamento de Ilha Solteira. Tecnologia de Equipamentos para Operador de Subestação.