

**MIRIAM YOSHIE INOUE**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE TREINAMENTO ATRAVÉS DO DTS  
PARA DESPACHANTES NA CTEEP- COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA**

Monografia Apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para conclusão do Curso de  
Especialização em Tecnologia da  
Informação

São Paulo  
2002

**MIRIAM YOSHIE INOUE**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE TREINAMENTO ATRAVÉS DO DTS  
PARA DESPACHANTES NA CTEEP- COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para conclusão do Curso de  
Especialização em Tecnologia de  
Informação

Área de Concentração:  
Computação e Sistemas Digitais

Orientador:  
Professor Doutor  
Nelson Tanomaru

São Paulo  
2002

Por um mundo,  
que estamos  
cons-  
tru-  
indo,  
dentro do tempo e da possibilidade real

## **AGRADECIMENTOS**

**Sem todos vocês que estiveram e estão presentes na minha vida, hoje não estaria aqui**

## **RESUMO**

Uma operação de sucesso depende da habilidade dos profissionais em prover um serviço confiável e econômico aos usuários. Uma tecnologia de simulação avançada provê informações úteis para analisar o sistema de potência e tomar decisões coerentes. Dentro desse raciocínio, o presente trabalho visa mostrar a importância do DTS-“Dispatcher’s Training Simulator “ para a CTEEP- Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, na capacitação de seus profissionais(despachantes e operadores) na operação do sistema tanto em condições normais ou, em condições de contingência bem como, testar o desempenho e programas de aplicação do SCADA- Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados e EMS- Sistema de Gerenciamento de Energia

## **ABSTRACT**

Successful operation of a power system, depends largely on the engineer's ability to provide safe, reliable and economic service to the customer. Advanced simulation technologies provide useful means to the engineer for analysis of power system, and assisting them in making reasonable decisions. This paper has aim to show the DTS-“Dispatcher's Training Simulator “ importance to CTEEP- Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista to put their operators and dispatchers to be able to operate electrical system in normal condition as well as in contingency analysis and test application programs and performance of SCADA-Supervisory Control And Data Acquisition and EMS-Energy Management System through DTS.

## SUMÁRIO

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

### RESUMO

### ABSTRACT

<b>1.0 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1- IMPORTÂNCIA DO DTS PARA CTEEP .....	3
1.2 - OBJETIVOS DO DTS.....	4
1.3 - MOTIVAÇÃO .....	4
1.4 – JUSTIFICATIVA .....	4
1.5 - METODOLOGIA.....	6
<b>2.0 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 - RESULTADOS DA PESQUISA.....	14
2.1.1.1 - RESTABELECIMENTO: DESEMPENHO .....	14
2.1.1.2 - FILOSOFIA DE RESTABELECIMENTO: .....	14
2.1.1.3 - PRIORIDADE DE RESTABELECIMENTO.....	14
2.1.1.4-QUEM REALIZA A RESTAURAÇÃO .....	15
2.1.1.5 - QUANDO O SISTEMA ELÉTRICO É CONSIDERADA NORMALIZADA APÓS O RESTABELECIMENTO? .....	15
2.1.1.6 - INTERAÇÃO COM O MERCADO OPERADOR DURANTE OU APÓS O RESTABELECIMENTO .....	15
2.1.1.7 - CUSTOS INCORRIDOS DURANTE O RESTABELECIMENTO.....	16
2.1.1.8 - O IMPACTO DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO RESTABELECIMENTO.....	16
2.1.1.9 - PROBLEMAS ENCONTRADOS PELOS DESPACHANTES E OPERADORES NO RESTABELECIMENTO DO SISTEMA DE ACORDO COM A PESQUISA .....	16
A CONVIVÊNCIA ENTRE OS TREINANDOS PERMITIRÁ TAMBÉM, UMA INTERAÇÃO MAIOR ENTRE AS PESSOAS ENVOLVIDAS QUE TRABALHAM NO RESTABELECIMENTO. ....	17
2.2 - NECESSIDADES DOS DESPACHANTES E OPERADORES E ANÁLISE DAS AUSÊNCIAS.....	18
2.2.1- PONTOS DE ANÁLISE.....	18
2.3 - DISCUSSÃO .....	21
<b>3.0 SIMULADOR DE TREINAMENTO PARA DESPACHANTES DO SISTEMA DE SUPERVISAO E CONTROLE NA CTEEP.....</b>	<b>22</b>
3.1 - PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS COM O DTS NA CTEEP.....	31
<b>4.0 - PROPOSTA .....</b>	<b>32</b>
4.1 - PLANO DE AÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE TREINAMENTO COM DTS NA CTEEP.....	33
<b>5. 0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>

<b>ANEXO.....</b>	<b>45</b>
<b>6.0 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – lista das necessidades do operador (RT: Tempo Real).....	20
---	----

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura-01- SCADA e EMS .....	12
Figura 02 - Configuração de Hardware do DTS da CTEEP.....	25
Figura 03 - DTS – Esquema Funcional.....	30
Figura 04 - Planejamento: -Objetivos de um Treinamento.....	35
Figura 05 - Modelagem de Caso De Uso do DTS.....	40
Figura 06 - Diagrama de Classe do DTS .....	41
Figura 07- Diagrama de Sequência do DTS Cenário .....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ANEEL</b>	- Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>CAG</b>	- Controle Automático de Geração
<b>CCM</b>	- Modelo de Centro de Controle
<b>CF</b>	- Frequência Constante
<b>CNI</b>	- Intercâmbio Constante
<b>COS</b>	- Centro de Operação de Sistemas
<b>CRO</b>	- Centro Regional de Operação
<b>CTEEP</b>	- Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
<b>DTS</b>	- Simulador de Treinamento para Despachantes
<b>EMS</b>	- Sistema de Gerenciamento de Energia
<b>OO</b>	- Metodologia Orientada a Objeto
<b>OOP</b>	- Programação Orientada a Objeto
<b>ONS</b>	- Operador Nacional do Sistema
<b>PSM</b>	- Modelo de Sistema de Potência
<b>RT</b>	- Tempo Real
<b>SCADA</b>	- Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados
<b>SI</b>	- Sistema de Instrução
<b>TLB</b>	- Tie Line Bias
<b>UTR</b>	- Unidade Terminal Remota

## 1.0 – INTRODUÇÃO

A área elétrica, desde a década de 1990, tem enfrentado problemas cada vez mais complexos no mundo todo, para um mercado muito mais exigente do que no passado.

A reestruturação do setor elétrico brasileiro alterou de forma significativa os papéis e responsabilidades daqueles que atuam na operação do sistema elétrico, de forma a impedir interrupções no fornecimento de energia elétrica para todo o país .

Essas mudanças, aliadas ao aumento crescente da complexidade operacional do sistema elétrico brasileiro, associadas a uma significativa renovação do quadro de pessoal das empresas, evidenciam a necessidade de se institucionalizar uma poderosa ferramenta com propósitos de melhor capacitar a sua operação.

Por outro lado, para atender as exigências do Mercado, a área de energia elétrica está utilizando SCADA e EMS cada vez mais poderosos e complexos.

O SCADA- Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados é um sistema que permite monitorar grandezas analógicas existentes nas subestações e usinas tais como potência ativa, reativa, tensão, frequência, corrente e, estados de equipamentos tais como: disjuntores, chaves seccionadoras, religador de disjuntores, geradores, alarmes.

Além disso, permite enviar comandos remotos abrindo ou fechando chaves seccionadoras, disjuntores, aumentar ou diminuir o comutador dos transformadores para regular a tensão e mandar pulsos(comandos) a geradores que estão no CAG-Controlle Automático de Geração, para aumentar ou diminuir a geração nas usinas.

O SCADA fornece as informações do sistema elétrico brasileiro, permitindo aos despachantes e operadores supervisionarem e controlarem a área sob sua responsabilidade, intervindo através dele remotamente.

O EMS–Sistema de Gerenciamento de Energia é um sistema para análise da rede, fornecendo suporte aos despachantes na análise e na monitoração confiável do Sistema de Potência, permitindo realizar estudos, programação e planejamento operacional.

Os principais módulos do EMS são a **Topologia da Rede**, que determina a topologia do modelo da rede do Sistema de Potência, baseado nas informações dos estados dos

disjuntores e chaves seccionadoras, estabelecendo também as medições associadas à topologia; **Estimador de Estado**, que determina o vetor de estado do Sistema de Potência (tensões e fases), baseado nas telemedições e topologia da rede, obtendo resultados, em tempo real, semelhantes aos do fluxo de potência; **Fluxo de Potência**, que permite ao usuário simular e analisar diferentes condições de Operação do Sistema de Potência; **Análise de Contingência**, que permite prever rapidamente novas condições do Sistema de Potência, através da simulação de perda de equipamento; **Fluxo de Potência Ótimo**, que permite ao usuário determinar e, opcionalmente, implementar o conjunto de ações de controle do Sistema de Potência, permitindo operar de modo confiável o sistema elétrico; **Programa de Impedimento**, que mantém a lista de equipamentos programados para impedimento operativo a serem considerados no Fluxo de Potência; **Monitoração de Segurança**, que informa as violações nos equipamentos, detectadas pelo SCADA e EMS e o **CAG -Controle Automático de Geração**, que faz o controle automático de geração das usinas para manter a frequência e o intercâmbio dentro de faixas desejadas.

O EMS trabalha com os dados coletados pelo SCADA.

O DTS possui todas essas funcionalidades existentes no SCADA e EMS e trabalha de uma forma bastante similar, o que permitirá um adequado treinamento dos despachantes e operadores da CTEEP. Além de atender a esse objetivo, o DTS será útil como plataforma de testes quando da necessidade de agregar novas funções ou quando alguns aplicativos são alterados para atender as requisições da empresa, é muito prático poder testá-los antes de implementá-los no SCADA ou EMS que está em operação real.

### **1.1- Importância do DTS para CTEEP**

O DTS vai ao encontro a essas necessidades de treinamento com sua simulação realística do sistema de potência e do Centro de Controle.

No sistema real, todas as ocorrências têm consequências e providências a serem tomadas de forma a manter a continuidade de fornecimento de energia elétrica.

Essa mesma situação pode ser retratada no simulador, permitindo aos usuários atuarem como se estivessem no sistema real, de forma a perceber as consequências de cada decisão tomada, com a vantagem de poder repeti-las várias vezes, até que se consiga por exemplo achar a solução ideal para cada uma das contingências que poderão ocorrer numa operação real.

Com o uso do DTS, os despachantes e operadores poderão praticar a forma de despacho e operação, tanto para condições normais ou numa contingência.

Embora a função primária do DTS seja o treinamento dos despachantes, a sua estrutura atende a outras necessidades como testar o desempenho e programas de aplicação do SCADA e EMS.

Todas essas funcionalidades do DTS estão disponíveis na CTEEP mas, até agora, não foram aproveitadas em todo o seu potencial.

A versão desejável do DTS é aquela que possua um sistema capaz de reproduzir as principais funções do SCADA e do EMS, com mínimo de recursos adicionais de software e hardware, tendo a vantagem de poder utilizá-lo de acordo com as exigências dos usuários, sem nenhum impacto ao sistema elétrico real.

Assim, utilizando-o corretamente, pode ser uma ferramenta extremamente útil tanto para adequação do SCADA e do EMS bem como aos requisitos dos despachantes e operadores no controle e operação.

## **1.2 - Objetivos do DTS**

Para auxiliar nas necessidades da empresa no que se refere ao seu principal negócio, que é a transmissão de energia, essa monografia tem como meta principal a implantação de treinamento através do DTS para os despachantes de centros de operação, de forma a manter uma atualização e reciclagem contínua dos seus funcionários obtendo os seguintes benefícios diretos e indiretos:

- Assegurar que o nível dos operadores e despachantes esteja de acordo com o padrão de desempenho desejado na CTEEP.
- Apoio no estudo das normas que visam regulamentar os diversos procedimentos operativos da área elétrica, inclusive no processo de certificação de operadores(ISO).
- Reciclagem das dificuldades técnicas individuais, de acordo com as necessidades de suas funções.
- Economia em horas de treinamento dentro da filosofia “on the job training”
- Ferramenta de apoio a equipes de pré e pós operação

## **1.3 - Motivação**

Este trabalho visa ajudar a preencher as necessidades da CTEEP em termos de melhor capacitação dos despachantes e operadores no que se refere a operação do sistema elétrico.

## **1.4 – Justificativa**

A implantação de treinamento através do DTS pode ajudar a melhorar e auxiliar nos seguintes itens que podem ou tem afetado a empresa direta ou indiretamente na operação do sistema elétrico:

- Série de eventos esporádicos que afetam todo o sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica

- Situações críticas como blecaute
- Fornecimento de energia elétrica com maior segurança e qualidade
- Atender a exigência cada vez maior de rapidez no restabelecimento do sistema elétrico, num mercado cada vez mais complexo, por parte dos despachantes e operadores, associado ao aumento da responsabilidade do agente operador nacional do sistema(ONS).
- Melhor e maior utilização de recursos disponíveis dos modernos equipamentos de sistema de supervisão e controle.
- A capacidade de operar o sistema elétrico, cada vez mais próximo dos seus limites.
- Atender prontamente as exigência dos consumidores e clientes em geral que estão cada vez mais conscientes das suas necessidades e direitos.
- Cumprir os vínculos contratuais, mais as responsabilidades legais decorrentes da falta no suprimento de energia elétrica e da indisponibilidade de equipamentos.
- Diminuir o índice de estatísticas desfavoráveis por falhas operacionais.



### **1.5 - Metodologia**

O desenvolvimento desta monografia foi feita em várias etapas logicamente encadeadas: definição do assunto, importância do tema, situação do projeto na empresa, validade do projeto, o plano de implantação do projeto como proposta e a conclusão.

Na definição do assunto procurou-se escolher um tema que correspondesse a área de interesse tanto da autora como das necessidades da empresa.

Uma vez escolhido o tema, procurou-se delimitar o trabalho de modo a atender o prazo definido.

O trabalho apresenta a importância do tema escolhido para empresas que atuam nessa área, os problemas decorrentes da falta de treinamento adequado, as influências que as mudanças nas regras desse mercado têm afetado essas empresas e a validade de se utilizar uma ferramenta adequada para implantar o treinamento na CTEEP.

Mostra também, como o uso de metodologia orientada a objeto pode facilitar essa implementação.

## 2.0 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Podmore et al.(1982) constataram que embora o uso do DTS para quem opera a geração e transmissão de energia elétrica seja relativamente novo, sendo o primeiro simulador para treinamento de operadores completamente digitalizado ter se tornado disponível comercialmente somente em 1977, a importância do seu uso tem crescido verticalmente, considerando que nos últimos períodos, a causa principal de muitos blecautes bem conhecidos, foi identificada como sendo, o fator humano.

O uso do DTS é obviamente a mais eficaz ferramenta para treinamento em condições de emergência no sistema elétrico e isto é reconhecido mundialmente. Como exemplo podem ser citadas as empresas de energia elétrica de países como Estados Unidos da América, do leste europeu e Japão que têm investido significativamente no seu desenvolvimento e aperfeiçoamento.

A precisão desses treinamentos tem contribuído eficazmente na capacitação dos treinados.

Num Centro de Controle, é praticamente impossível um despachante trabalhar sozinho, tornando-se portanto um fator de suma importância, a comunicação entre os que estão operando juntos para a correta atuação.

Para atender a esse requisito, é desejável uma plataforma de treinamento com vários terminais,(o comum é um despachante para controlar a geração, outro para controlar a transmissão e um despachante supervisor) simulando uma condição real de uma sala de controle, inclusive com painel sinóptico onde, o despachante pode visualizar as informações do SCADA e EMS que melhor lhe convenha para monitorar as condições do sistema elétrico.

La Grang; Kostic(2002) realizaram uma pesquisa com 36 organizações e empresas mundiais ligadas a área elétrica, apresentando os resultados que se seguem quanto à importância de um simulador de treinamento, tendo como tópicos de análise, os seguintes itens:

### **1. Aspectos organizacionais e aspectos estratégicos de restabelecimento**

Nesse item foram consideradas as características particulares de cada uma das empresas entrevistadas, no que se refere a forma de avaliação de desempenho da sua área de responsabilidade na transmissão e geração de energia elétrica, filosofia de restabelecimento, as prioridades e as áreas envolvidas.

### **2. A influência do mercado livre para restabelecimento**

Foi analisada sob o aspecto financeiro, averiguando até que ponto, os contratos existentes entre a empresa fornecedora e o cliente, influencia na forma de atuação da empresa fornecedora, no que tange a restauração da energia elétrica.

### **3. Problemas de restabelecimento por parte dos operadores e despachantes**

Os principais problemas dos operadores e despachantes quanto a prioridade nos itens de treinamento no simulador podem ser classificados na seguinte ordem; Controle do Sistema Elétrico, Informação, Pessoas e Equipamentos e Análise.

### **4. As necessidade dos despachantes e operadores e ausência correta de análise**

Os requisitos básicos de treinamento por parte dos despachantes e operadores são apresentados em ordem de importância. É grande o consenso entre os pesquisados sobre as funções que devem estar disponíveis no DTS.

O treinamento para agilizar o restabelecimento, é de importância fundamental para sistema elétrico que sofre distúrbios regulares e blecaute mas, é de baixa prioridade para sistemas que raramente sofrem esses problemas, devido ao fato de esse tipo de intervenção ser extremamente rara.

Porém, como nenhum sistema elétrico é 100% confiável sempre podem acontecer eventos inesperados causando interrupções. Os despachantes de Centros de Operação de Controle deverão estar aptos a restabelecer o fornecimento de energia aos usuários em situações de contingência com o menor risco possível.

A falta de experiência tem sido apontado como uma das maiores causas da demora no restabelecimento do sistema elétrico.

Aliado a este fator, os despachantes e operadores têm que trabalhar com um alto volume de informações que são inexatas e contraditórias tais como valores de medida incorretas, sinalizações indicando estado errado de um determinado equipamento, o que pode induzir a tomadas de decisões equivocadas, com graves consequências.

Com o mercado livre de energia, em que as empresas atacadistas de energia podem vender ou comprar de qualquer um dos fornecedores, aumenta a complexidade e responsabilidade de restabelecimento por parte dos centros de controle, num sistema em que alguns segundos de falta de fornecimento de energia pode causar catástrofes.

Além disso, em muitos casos, os critérios de investimento na área de transmissão, assume de forma deliberada, um certo número de interrupções por ano, aumentando assim, a necessidade de eficiência da parte dos despachantes e operadores em conseguir um pronto restabelecimento do fornecimento de energia, evitando ultrapassar este número pré-definido.

Prais et al.(1989) apresentaram que usualmente um DTS possui três sistemas principais:

### **Modelo de Sistema de Potência(PSM):**

O PSM simula a rede elétrica e seus componentes e a resposta dinâmica dos equipamentos do sistema elétrico tais como disjuntores, chaves seccionadoras, geradores, reatores, banco de capacitores entre outros.

### **Sistema de Instrução(SI)**

O SI usa software e telas para monitorar e controlar a sessão de treinamento. O instrutor tem à sua disposição a visão de todo o sistema elétrico e a forma como está sendo distribuída a energia e a situação de cada uma das usinas e subestações sob à responsabilidade daquele Centro de Operação do sistema e outras áreas que fazem o intercâmbio. Desta forma o instrutor pode preparar o cenário no DTS que melhor atenda às necessidades do treinando e, efetivamente, permitir a interação deste com o sistema eletro energético real simulado.

### **CCM- Modelo de Centro de Controle**

O CCM é a replicação do centro de controle de operação, onde o DTS efetivamente consegue fazer a interação do treinando com o sistema elétrico.

Este módulo inclui o SCADA, CAG, o sistema de potência, o modelo de fluxo de potência, para simular todas as atividades do sistema elétrico e as aplicações de segurança que são as proteções das subestações e as lógicas de intertravamento que impedem o acionamento de um ou outro equipamento de forma inadequada. Todos estes sistemas e aplicativos, trabalham de forma única, interagindo entre si de forma transparente para o usuário.

A figura 01 ilustra o funcionamento do SCADA e EMS da CTEEP.

Conforme ilustrada na referida figura, o SCADA possui uma base de dados contendo todas as informações necessárias para supervisão e controle das diversas subestações e usinas da rede interna e algumas informações importantes das empresas externas compondo assim a topologia da rede elétrica do sistema eletro-energético brasileiro. Simultaneamente, estes dados são utilizados pelos diversos aplicativos do EMS, tais como o Estimador de Estado que monitora de 4 em 4 segundos, os diversos aplicativos como Análise de Contingência, Fluxo de Potência Ótimo, entre outros. Todos esses dados monitorados pelo EMS são salvos numa base de dados e se necessário, podem ser transferidos para armazenagem em fita magnética. Os despachantes operam diretamente nesse sistema procedendo a monitoração e intervenções. Esse modelo de Centro de Controle salvo é utilizado no DTS.

## ANÁLISE DE REDE-ESQUEMA FUNCIONAL

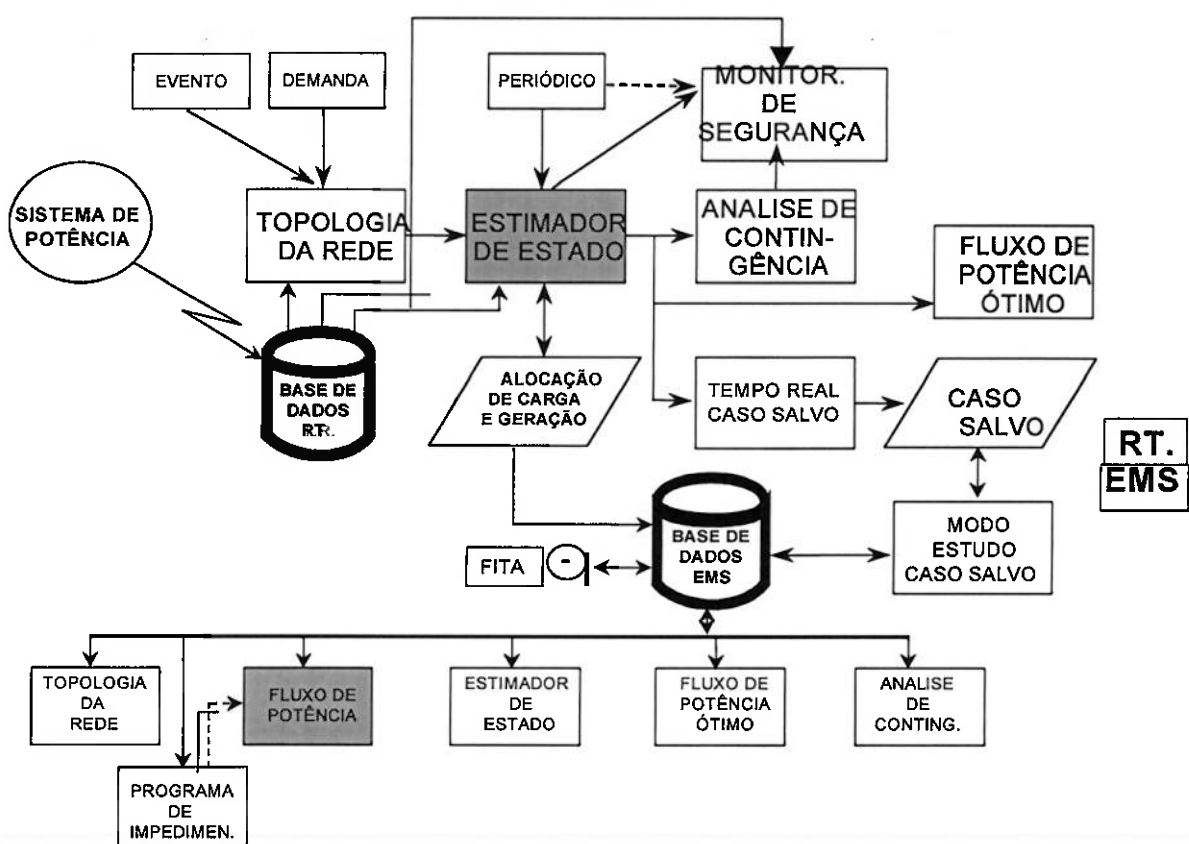


Figura 01 – SCADA e EMS

## **2.1 - Estudo da Necessidade dos Despachantes e Operadores**

La Grang; Kostic(2002) apresentaram a pesquisa abaixo, tendo como objetivos principais:

- Identificar os principais problemas para futuros desenvolvimentos que preencham a situação atual e à desejada dos Centros de Controle
- Oferecer uma referência para ferramentas de suporte a restauração do sistema elétrico.
- Verificar as necessidades dos despachantes e operadores, durante o restabelecimento do sistema elétrico.

Perguntas específicas referentes ao impacto pelo desenvolvimento do mercado de energia e os possíveis problemas em decorrência da adoção de novas regras também foram realizadas.

As dificuldades encontradas nessa pesquisa devem-se ao fato de na época atual, todas as empresas e organizações de transmissão de energia estarem em fase de transição devido a alterações que estão ocorrendo nas regras do mercado de energia.

As repostas foram fornecidas por 36 empresas e organizações ao redor do mundo, de diversos tamanhos e atuando em economias bastante diversas.

Essas empresa foram classificadas em:

- Empresas de economia madura
- Indústrias modernas de alta tecnologia
- Indústrias tradicionais

Os níveis de tensão dessas empresas, abrangem uma faixa de 22kV a 765kV sendo que, 90% dessas empresas são responsáveis por tensões acima de 300kV e com características de distribuição de energia em anel.



## **2.1.1 - Resultados da Pesquisa**

### **2.1.1.1 - Restabelecimento: Desempenho**

Esse item foi pesquisado para verificar o índice de desempenho e comportamento dos despachantes e operadores, em caso de necessidade de restabelecimento do sistema elétrico.

O tempo de restabelecimento varia de um período de 14 minutos a 8 horas, dependendo da magnitude do distúrbio.

O tempo de resposta do operador para restabelecimento da subestação varia de 15 minutos a uma hora.

### **2.1.1.2 - Filosofia de restabelecimento:**

Existem alguns procedimentos básicos do que fazer primeiramente, em caso de uma interrupção de grandes proporções, conforme abaixo:

- Restaurar primeiramente os sistemas principais, usando a geração disponível, abrindo ou não equipamentos como disjuntores e/ou chaves seccionadoras para isolar os sistemas secundários e, só então, restabelecer todo o sistema.
- Restaurar cargas de unidades geradoras partindo as máquinas paralelamente se necessário, e eventualmente fazer uma resincronização.
- Restaurar primeiramente as linhas de intercâmbio

### **2.1.1.3 - Prioridade de restabelecimento**

É muito similar a filosofia de restabelecimento sendo que a sequência mais comum é:

- Assegurar a capacidade de suprir a carga, colocando os geradores, geralmente usando as unidades nucleares, se houver, porque estas devem compor as necessidades básicas do sistema e, posteriormente colocar as outras usinas que permitem controle da geração, o que não é possível com uma usina nuclear.

- Restaurar primeiramente cargas de hospitais, trens, metrô, indústrias, instituições governamentais, cidades maiores e aeroportos.

#### **2.1.1.4-Quem realiza a restauração**

A descentralização é comum durante a restauração mas, geralmente existem 2 caminhos principais:

1. Se o problema atinge uma área geográfica grande, a restauração da energia é planejada e executada por centros regionais descentralizados.
2. Todos os aspectos do problema ligados à transmissão de energia são controlados por um centro de controle de operação de sistema elétrico e, a distribuição é feita por vários centros de controle da distribuição.

#### **2.1.1.5 - Quando o sistema elétrico é considerada normalizada após o restabelecimento?**

Esta resposta foi extremamente variada, atingindo praticamente uma resposta para cada empresa ou organização entrevistada o que evidencia a subjetividade do conceito.

#### **2.1.1.6 - Interação com o Mercado Operador durante ou após o restabelecimento**

A existência de normas claras no relacionamento entre o sistema elétrico e os operadores do mercado faz parte das regras de agilização no restabelecimento de energia, levando-se em conta o fato de que para o operador do sistema elétrico, sua prioridade é o restabelecimento do sistema de transmissão de energia, ignorando os custos envolvidos.

#### **2.1.1.7 - Custos incorridos durante o restabelecimento**

Em alguns casos, os contratos implementados englobam que os problemas causados pela falta de energia incorram em um reembolso ao cliente ou se o cliente adquire uma quantia maior do que o contratado, que se pague um adicional pelo consumo extra. Um exemplo é quando o fornecedor de energia, deve pagar por uma interrupção causada pela falta de segurança no sistema o que ilustra bem o comportamento apropriado de um mercado livre e desenvolvido. Considerando que a CTEEP vive basicamente de uma renda fixa estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica- ANEEL e qualquer indisponibilidade do sistema causado por operação inadequada acarreta em punição em forma de multa à empresa, a necessidade de adequação dos despachantes em restabelecer imediatamente o sistema é fundamental.

#### **2.1.1.8 - O impacto do Mercado livre de energia no restabelecimento**

Pode se concluir que o mercado livre de energia não criou necessariamente a maioria dos problemas não solucionados de restabelecimento de energia.

Porém, em geral, aumentou a complexidade com o aparecimento de novas interfaces, as relações se tornaram mais contratuais e informações mais formais são trocadas. Os níveis de detalhamento necessários ainda estão sendo definidos.

Entretanto, as responsabilidades de cada uma das áreas envolvidas parecem bastante claras e novas responsabilidades que o ONS tem enfrentado, parecem estar sob controle. O ONS é responsável pela regulação e equilíbrio no fornecimento de energia elétrica do Brasil.

#### **2.1.1.9 - Problemas encontrados pelos despachantes e operadores no restabelecimento do sistema de acordo com a pesquisa**

Estes, estatisticamente podem ser divididos em quatro grupos principais:

1. **Equipamento:** A principal razão da demora parece ser a falta de habilidade de manobrar adequadamente os equipamentos para transferir as cargas e restabelecer a transmissão de energia rapidamente.
2. **Informação:** a falta de informação dos estados dos equipamentos causa impacto diretamente na rapidez do restabelecimento, conforme enfatizado pelos entrevistados. Outro fator deve se ao volume de informações desnecessárias.
3. **Controle do Sistema:** é bem conhecido que durante o primeiro estágio de restabelecimento, o despachante encontra problemas para descarregar linhas com baixa carga, reinicializar unidade geradoras e, nivelar a geração com o consumo entre outros. Somando-se a isso, eles têm que conviver com o stress, estar no controle de todos os acontecimentos, excesso de informações, pressões etc.
4. **Pessoas:** um grande número de empresas pesquisadas, citou como um fator adicional no atraso do restabelecimento problemas com as pessoas, principalmente no que se refere a coordenação.

Dentre os problemas acima citados, o DTS permitirá aos despachantes e operadores treinar com um realismo bastante aceitável, as manobras dos equipamentos, bem como filtrar, através das opções existentes no sistema, informações desnecessárias e simular toda a geração, regulação de cargas, a proteção e o intertravamento das subestações. A convivência entre os treinandos permitirá também, uma interação maior entre as pessoas envolvidas que trabalham no restabelecimento.

## **2.2 - Necessidades dos Despachantes e Operadores e análise das ausências**

A informação resumida, contendo as principais informações, dispositivos e ferramentas que despachantes e operadores necessitam ter à disposição durante o restabelecimento está relacionada na tabela 1.

As empresas foram questionadas primeiramente sobre as condições ideais para realizar o restabelecimento eficientemente, priorizar essas condições e, finalmente, explicar quantos desses requisitos estão de fato, implementados em seus centros de controle.

De acordo com o resultado da análise, os entrevistados classificaram como: essenciais, importantes, bom se tiver e não necessário. Abaixo estão listados somente os requisitos básicos que eles consideraram como essenciais:

- Informação em RT(tempo real) da parte da rede elétrica diretamente envolvida
- Sistema de telecomunicação
- Informação em RT dos geradores
- Informação em RT do resto da rede elétrica
- Facilidades de comando remoto
- Acesso a fonte de energia com resposta imediata
- Treinamento

### **2. 2.1- Pontos de Análise**

Neste item, a avaliação foi focalizada nas principais carências dos centros de controle.

O que foi constatado é que os sete requisitos básicos seguem o conceito das principais carências e dentre eles, o treinamento foi considerado prioritário.

A necessidade de ferramentas para treinamento é naturalmente acentuada pelo fato de que muitos operadores tiveram pouquíssima experiência em restabelecimento. Por exemplo, foi respondido por um deles que nenhuma interrupção significativa, ocorreu nos últimos dez anos na área de sua responsabilidade.

Por outro lado, há casos, em especial nos de economias em desenvolvimento, onde o país sofre interrupções elétricas bastante graves regularmente(pelo menos uma vez por

ano) e, esses despachantes e operadores tornaram-se hábeis no rápido restabelecimento do sistema, conseguindo-o, em uma média de 20 a 30 minutos.

N01	Informação de RT envolvendo diretamente parte da rede
N02	Informação de RT da área adjacente da rede
N03	Informação de RT referente a centros de controle vizinhos
N04	Informação de RT do mercado
N05	Informação de RT de geradores reservas
N06	Ferramentas de suporte de decisão computacional
N07	Outras ferramentas de suporte de decisão
N08	Facilidades de controle remoto
N09	Lugar de backup para operador
N10	Telecomunicação
N11	Treinamento
N12	Suporte de energia de vizinhos internos
N13	Suporte de energia de vizinhos externos
N14	Acessos a fontes de energia com resposta imediata
N15	Automação de subestação local
N16	Conhecimento dos contratos
N17	outros

**Tabela 1 – lista das necessidades do operador (RT: Tempo Real)**

### **2.3 - Discussão**

As respostas demonstram que para as empresas, problemas semelhantes têm diferentes importâncias durante o restabelecimento. De acordo com o levantamento o que pode ser importante como informações(a falta de) para uma, para a outra empresa não exerce o mesmo nível de influência.

O que se torna evidente nessa pesquisa é que o requisito treinamento dos despachantes e operadores é o ponto em comum para as empresas e organizações do setor elétrico.

Isso implica na necessidade de um planejamento organizacional, para colocar à disposição os investimentos necessários e desenvolver ferramentas de treinamento.



### **3.0 SIMULADOR DE TREINAMENTO PARA DESPACHANTES DO SISTEMA DE SUPERVISAO E CONTROLE NA CTEEP**

O DTS cuja implantação efetiva de treinamento está sendo proposta neste trabalho está disponível no Centro de Operação de Sistema-COS, situado em Jundiaí e em cada Centro Regional de Operação- CRO localizados em Bauru, Cabreúva e no bairro do Cambuci na cidade de São Paulo repectivamente.

#### **Características do DTS da CTEEP:**

A ABB Automation Inc, Network Management Division(1999) apresenta o DTS hoje disponível na CTEEP como um sistema computacional que reproduz o comportamento de um sistema de potência, variando continuamente, respondendo às mudanças que possam ocorrer no tempo e também, às mudanças que possam ocorrer nas condições operativas e aos eventos de cenário do sistema. Essas alterações como mudança do estado de um equipamento(ligado/desligado por exemplo), mudança na carga ou geração são todos simuláveis, a fim de criar um cenário adequado.

É uma ferramenta com método realístico para treinar os despachantes a tomar as decisões corretas na operação de um sistema de potência em condições operativas variadas do sistema.

O DTS da CTEEP coloca à disposição dos despachantes, um recurso de treinamento que consiste em apresentar os resultados de uma simulação dinâmica de um modelo do sistema interligado em uma interface homem máquina idêntica a aquela usada na operação do sistema real.

Para que isso seja possível, inclui três componentes principais que são executados simultaneamente e interagem entre si, podendo ser adaptado às diversas necessidades de treinamento, através da construção de cenários apropriados. Cada um destes componentes, enumerados a seguir, é composto dos seguintes subsistemas:

## **Simulador de Sistema de Potência**

Este subsistema é responsável pela emulação do sistema de potência, tanto em condições normais quanto em condições críticas de operação, sendo composto pelos seguintes programas:

- Processador de Cenários
- Processador de Estados
- Simulador dinâmico de geração e frequência
- Fluxo de potência Dinâmico
- Programa de transferência de dados para a base de dados do Simulador

O programa Processador de Cenários gera os eventos definidos no arquivo de Eventos de Cenário, os comandos do Sistema de Supervisão Simulado e as operações de disjuntores por atuação de relês.

O Processador de Estados verifica se a configuração da rede foi alterada (por alguma ocorrência no sistema como desligamento de um equipamento)e, define as barras a serem consideradas pelo programa de Fluxo de Potência.

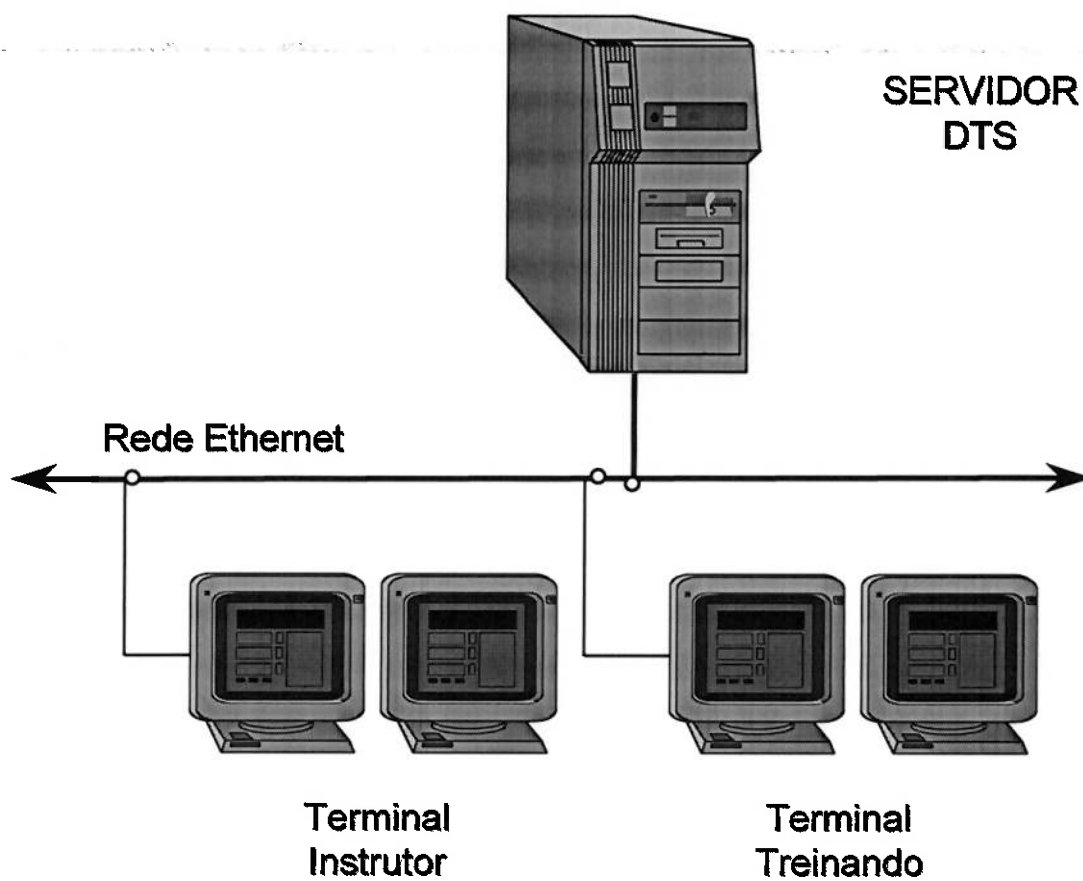
O simulador dinâmico de geração e frequência regula o CAG interno simulado. Além disso, este programa calcula se existe alguma diferença entre o intercâmbio programado e o real para cada área externa e determina os tempos de resposta de envio de pulsos aos geradores(aumentando ou diminuindo a geração) ligados ao CAG destas áreas de forma a manter o equilíbrio geral do sistema eletro energético brasileiro.

O fluxo de potência dinâmico é executado periodicamente a cada 4 segundos aproximadamente, de forma automática, usando um algoritmo (processo de cálculo).

O programa de transferência de dados para a base de dados do Simulador é responsável pela transferência dos resultados de um caso válido de fluxo de potência para a base de dados do sistema simulado, desempenhando papel análogo da aquisição de dados no sistema real. Este programa também monitora o estado dos dispositivos de proteção(relês) das subestações e determina, a cada ciclo de execução, se eles devem operar.

A figura 02 mostra a configuração de Hardware do DTS disponível na CTEEP. Esta é composta de uma estação de trabalho operando como servidor, independente dos sistemas SCADA e EMS e dois terminais para as intervenções por parte do instrutor e mais dois terminais para o treinando. Esses terminais estão disponíveis normalmente como consoles do SCADA e EMS e são transformadas em terminais do DTS quando estiver em uso para treinamento. O servidor do DTS está localizado fisicamente no COS da CTEEP, sendo facilmente acessável através da rede ethernet por cada um dos CRO (hoje em número de três) que compõe o sistema. O sistema operacional utilizado é o UNIX v.4.0F e o software aplicativo é o RANGER RELEASE 9.2 da propriedade da empresa ABB- Automation Inc, Network Management Division.

## DTS Configuração de Hardware



**Figura 02 - Configuração de Hardware do DTS da CTEEP**

### **Simulador da sala de comando**

Este módulo coloca à disposição do treinando uma interface homem máquina de um SCADA idêntica à utilizada em tempo real, sendo que nesse caso, os dados não vêm das UTR's- Unidades Terminais Remotas(reais ou virtuais), mas sim, do Simulador de Sistema de Potência, a cargo do programa de transferência de dados para a base de dados do Simulador.

O módulo de programa CAG usado no DTS é o mesmo utilizado na operação em tempo real.

As telas disponíveis no SCADA simulado do DTS também são as mesmas do real, devendo ser alteradas simultaneamente nos dois, quando houver uma atualização.

### **Sistema de Instrução(SI)**

Controle de Inicialização e Execução do DTS. Este subsistema permite os seguintes controles:

- Partir ou interromper a simulação
- Definir data e hora do início e fim da simulação
- Alterar a velocidade de execução do simulador
- Configurar todos os parâmetros necessários para inicializar o DTS com o caso desejado
- Gerar Arquivos de Eventos de Cenário

Os eventos são previamente preparados pelo instrutor e são gerados por este subsistema durante a simulação nos instantes programados.

- Receber comandos simulados do instrutor

Permite ao instrutor emitir comandos(eventos) durante a simulação em tempo de execução ou com horário programado.

- Salvar e recuperar Cenários

Todos esses arquivos criados ou gerados antes e durante a simulação podem ser salvos para uso posterior em outras simulações.

O DTS da CTEEP foi concebido para funcionar da seguinte maneira conforme ilustrado na figura 03:

- O DTS simula dinamicamente um sistema de potência através do refrescamento periódico dos valores simulados a partir dos resultados de um programa de fluxo de potência, que é executado automaticamente a cada 4 segundos, atualizando as tensões de barras e os fluxos de potência ativa e reativa em linhas de transmissão, geradores e transformadores. A carga do sistema varia de acordo com o tempo, com as curvas de carga previamente carregadas pelo usuário e, a frequência do sistema varia em função da relação carga/geração e da operação simulada do CAG.
- As telas visualizadas nos monitores de vídeo, assim como as funções e comandos do sistema de supervisão simulados são idênticas aos usados na operação em tempo real, reproduzindo para o treinando, o ambiente operativo da sala de comando.

Os eventos que podem ser preparados para um cenário ou os comandos que podem ser executados durante a sessão de treinamento pelo instrutor podem incluir ações tais como:

- Operação de disjuntores e chaves seccionadoras  
Ligando e desligando adequadamente, estes equipamentos permitem manobrar os diversos circuitos e linhas das subestações, de forma a equilibrar o fornecimento de energia elétrica, conforme a demanda.
- Mudança de tap de transformadores.  
A ação de aumentar ou diminuir o tap do transformador, permite acertar o nível de tensão do transformador
- Reprogramação de intercâmbio das áreas externas

Existe uma programação de intercâmbio de energia entre as empresas do sistema interligado do Brasil tais como Furnas, Cemig, Itaipu, com programação de energia para receber ou enviar de acordo com a necessidade de cada empresa. Essa programação pode necessitar de ajustes e, isso pode ser simulado no DTS, nos mesmos padrões do sistema em operação real.

- Mudança do modo de operação do CAG(Tie Line Bias - TLB, Intercâmbio Constante - CNI ou Frequência Constante - CF)

O Brasil é dividido em quatro áreas para o CAG tendo como controladoras de área:

- Sudeste: Furnas Centrais Elétricas S/A
- Norte: Eletronorte
- Nordeste: Centrais Elétricas de São Francisco
- Sul: Eletrosul

Quando o controle é em TLB significa que este tem de ser feito pela frequência e intercâmbio; CNI quando o controle é feito mantendo o valor de intercâmbio fixo; CF quando mantém a frequência constante.

Embora a CTEEP não seja a controladora de área da região sudeste, é requisitada com bastante frequência para realizar esta função, em substituição a Furnas.

- Mudança de modo de operação das unidades geradoras(automático, regulação base, modo manual, modo base)

Cada uma das unidades geradoras pode operar conforme a necessidade: em modo automático, quando a geração é regulada automaticamente, em modo base quando se fixa um valor de referência em que o gerador deve trabalhar e os pulsos enviados visam sempre manter esse valor e, o modo manual em que o despachante determina o valor desejado.

- Alteração do despacho de geração para acompanhar a evolução da carga.

Os valores de geração, muitas vezes são alteradas de acordo com a variação da carga que, dependendo dos eventos como Campeonato Mundial de Futebol, causa muita diferença no seu comportamento.

- Alteração de valor de carga(ponto de injeção de carga).

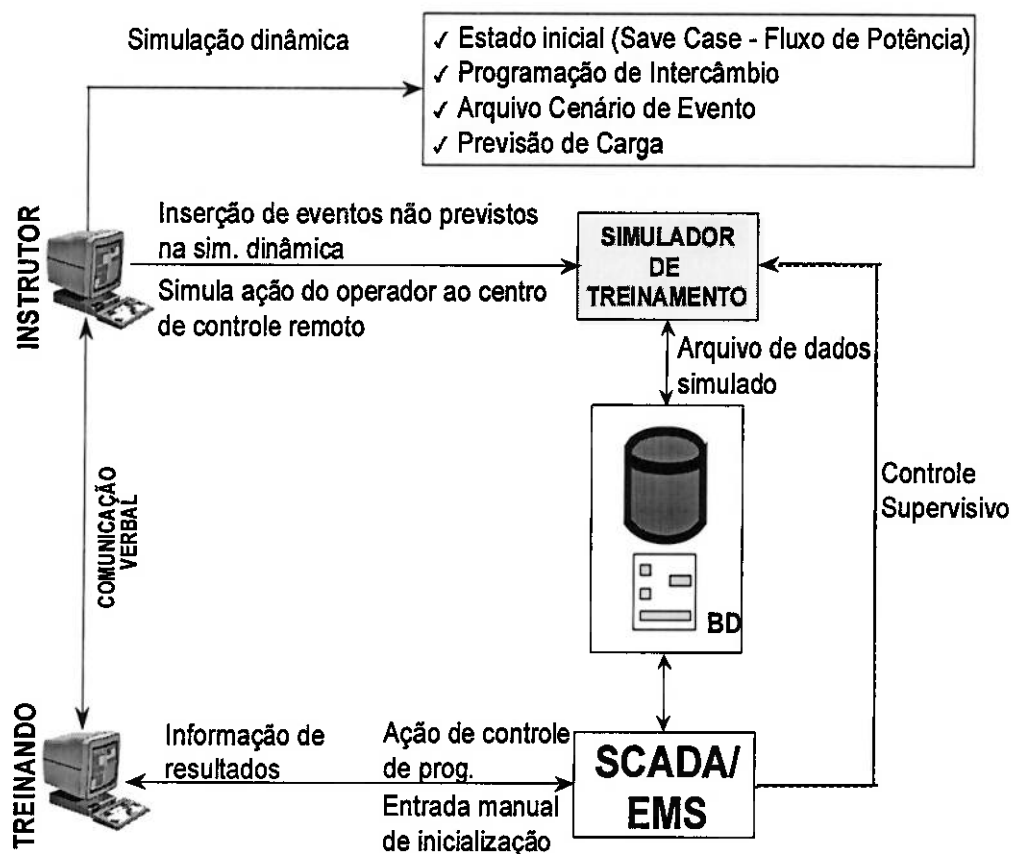
O DTS permite simular um aumento de carga em determinadas regiões ou locais.

As ações disponíveis para os treinandos do DTS correspondem às mesmas funções disponíveis na operação em tempo real com o EMS, como por exemplo, reprogramação de intercâmbio com áreas externas, alteração de limite de alarmes de pontos analógicos usando entrada manual, telecomando de disjuntores, chaves seccionadoras, reconhecimento e eliminação de alarmes, entre outras(figura03).

Essas operações podem ser executados pelo treinando, diretamente ou, solicitando a intervenção do instrutor, assim executando a sua função de acordo com a necessidade, ou seja, como despachante ou como operador de instalações.



## ***DTS - Esquema Funcional***



**Figura 03 - DTS – Esquema Funcional**

### 3.1 - Primeiras Experiências com o DTS na CTEEP

Conforme Castelli apresentou no VII EDAO sobre a experiência do DTS na CTEEP, os resultados do projeto piloto de treinamento com os despachantes foram:

- Aspectos da simulação

A operação do sistema real, para um sistema interligado nas dimensões do sistema supervisionado pela CTEEP incluindo a área externa de influência, se dá através de supervisão constante e ações de controle emanadas de todos os Centros de Operação dos Agentes envolvidos, sendo que várias ações podem estar sendo executadas ao mesmo tempo.

A decisão de ter um modelo de rede completo para o DTS propiciou maior exatidão em simulações, em especial quando se deseja observar as reações do sistema externo às variações do sistema interno, e vice-versa. Porém, esta opção exige um elevado número de ações de controle durante as sessões de treinamento, especialmente em períodos em que a carga do sistema simulado varia mais abruptamente.

- sessão de treinamento.

Foi observado que, em situações simuladas mais críticas e complexas, é difícil operar o sistema externo adequadamente, impondo atrasos inaceitáveis no atendimento às solicitações do treinando para a área interna, conduzindo o sistema simulado a uma condição operativa insatisfatória, independentemente do desempenho do treinando.

Algumas alternativas foram consideradas para minimizar este problema, tais como:

- Reduzir a velocidade do sistema simulado, dando ao instrutor mais tempo para agir. Como desvantagem, pode ser citado que, além de perder um pouco em realismo, acaba permitindo mais tempo para ação também ao treinando, cuja habilidade de decidir de forma rápida e segura se deseja desenvolver.
- Fazer cenários de treinamento simples, enfocando uma necessidade de treinamento de cada vez.

## **4.0 - PROPOSTA**

Conforme já mencionado, este trabalho visa a efetiva utilização do DTS na CTEEP, aproveitando todos os seus recursos e objetivando resultados significativos a curto e médio prazo.

### **4.1 -Situação Atual**

O DTS do sistema RANGER da ABB tem permitido a realização de simulações realistas do sistema da Área São Paulo.

Para atingir esta meta, a CTEEP compôs uma equipe que tem trabalhado na integração deste sistema e na manutenção contínua do mesmo, não apenas devido à necessidade de atualizá-lo para acompanhar a expansão da rede, mas para garantir a execução de quaisquer ajustes necessários à manutenção da qualidade e realismo das simulações.

A equipe tem concentrado seus esforços no processo de testes e refinamento de parâmetros do simulador, para aprimorar o realismo das simulações, sendo que até o presente momento, nenhum treinamento formal foi realizado, que compreendesse desde a etapa de análise de necessidades até a posterior avaliação da melhoria de desempenho dos despachantes. Já foram realizadas porém, sessões de teste simulando um treinamento, com a participação de despachantes experientes da CTEEP, em cenários envolvendo perturbações de vulto, exigindo uma grande quantidade de ações para controle. O desempenho do DTS nessas sessões de teste, em termos de realismo, foi considerado bastante satisfatório tanto pelo instrutor quanto pelo treinando, com ressalvas feitas às dificuldades decorrentes do tamanho do sistema simulado.

Como ferramenta de treinamento, o DTS se aplica a uma vasta gama de necessidades de treinamento, desde as mais simples, como aprender a usar os comandos e funções do SCADA, até o uso em simulações e treinamentos complexos, em condições de operação extremas.

O uso do DTS pode atender não só no treinamento dos despachantes mas também, testes de programas aplicativos, entrada de nova versão de base de dados por exemplo.

Esses objetivos se tornam cada vez mais importantes em virtude das alterações que vem ocorrendo no panorama eletro energético brasileiro e o DTS ajudará a reciclar e adaptar-se continuamente às novas necessidades.

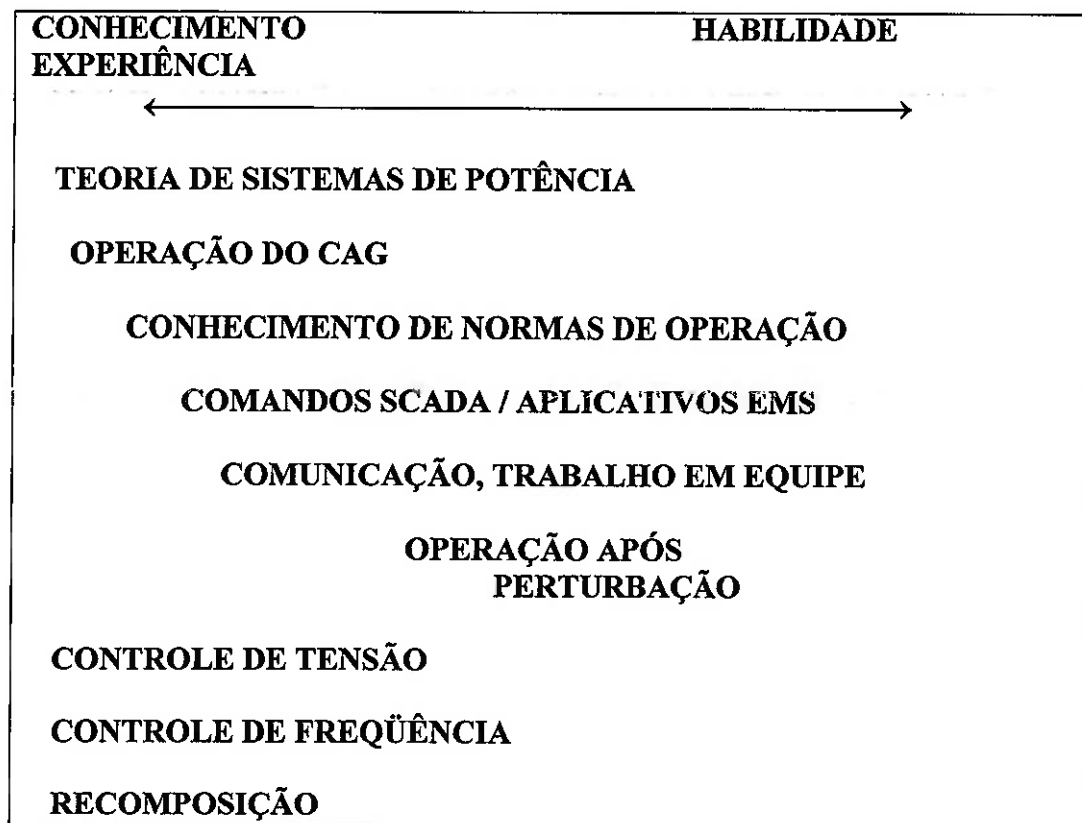
#### **4.1 - Plano de ação para realização de treinamento com DTS na CTEEP**

O plano de ação proposto nesse trabalho visa efetivar a implantação e uso do DTS na CTEEP e pode se acrescentar que este trabalho permitiu a retomada e início na execução do plano dentro da empresa, com perspectivas de sua efetivação nos próximos meses.

Este plano considerou os objetivos que se deseja atingir com o treinamento, que é o desenvolvimento, ampliação e aquisição de novas experiências de despacho de operação por parte do treinando em tempo reduzido. Uma sessão de treinamento pode ser projetada para atingir mais especificamente um dos três objetivos citados anteriormente, dependendo de uma análise prévia das necessidades individuais de cada um, baseado no desempenho atual e no histórico de treinamentos teóricos e práticos anteriormente realizados. Após esta fase de análise, passou-se à elaboração do cenário de treinamento para atender ao objetivo planejado, cuja adequação está sendo cuidadosamente verificada. As sessões de treinamento podem então ser conduzidas, tomando-se o cuidado de se definir previamente indicadores de desempenho para o treinando, que serão verificados durante a sessão. No final do treinamento, uma sessão de discussão entre instrutor e treinando deve ser efetuada, para esclarecimento de dúvidas, avaliação do cenário utilizado e dos índices de desempenho atingidos pelo treinando, consolidando assim o processo de aprendizado.

Pode-se também, adicionalmente, definir índices para acompanhamento da evolução do desempenho dos despachantes em tempo real, em função de participações em sessões de treinamento com o DTS. Este tipo de avaliação, porém, é mais difícil de se conduzir, inclusive porque muitas das situações, que precisam ser treinadas e dominadas pelos despachantes, ocorrem com pouca frequência na operação do sistema real. A figura 04

mostra os diversos conhecimentos necessários aos despachantes para melhor controle do sistema sob sua responsabilidade. Certos itens como uma operação após perturbação são mais simples de avaliar, de acordo com a habilidade do treinando em restabelecer o sistema usando os recursos disponíveis no DTS como comandos, controle de tensão, operação do CAG. Porém assuntos teóricos como normas de operação ou teoria de sistema de potência ficarão limitadas pela características intrínsecas das mesmas.



**Figura 04 – Planejamento: Objetivos de um Treinamento**

A seguir, uma proposta de plano de ação para o uso efetivo do DTS no que se refere a item treinamento:

- Manter sempre a base de dados do DTS igual a do SCADA e EMS sistema real. Toda e qualquer modificação ocorrida no sistema será simultaneamente atualizado no DTS o que não está ocorrendo.
- Entrar sempre com dados e parâmetros atualizados necessários para a simulação tais como curvas de carga, intercâmbios internos e externos. Os dados mudam de acordo com a época do ano e horários, bem como entrada de novos consumidores. Atualmente estão sendo usados, os mesmos dados sem acompanhamento da evolução do sistema elétrico o que causa muita discrepância em relação à condição real.
- Criar cenários apropriados para simulação atualizando-os continuamente. Os cenários devem acompanhar às novas situações e contingências causadas por diversos fatores externos como novos consumidores, mudanças das empresas distribuidoras, condições climáticas entre outras. O cenário terá que ser preparado, de acordo com a necessidade do COS e de cada um dos CRO's afim de maximizar a qualidade de operar o sistema por parte dos despachantes.
- Acompanhar e analisar sempre o grau de fidelidade dos valores obtidos na simulação em relação ao real, tanto para sistema interno quanto externo. Deve se obter valores aceitáveis de geração, carga e intercâmbio para cada área.
- Verificar o desempenho dinâmico, avaliando se por exemplo, o tempo de resposta do CAG através do controle dos geradores tem comportamento compatível com o sistema real, fazendo-se os ajustes necessários.

- Verificar e ajustar se necessário, as proteções e intertravamentos, para que as atuações sejam coerentes com a filosofia de operação do sistema real, no âmbito de simulação dinâmica do DTS.

- **Planejamento do Treinamento**

Esse planejamento está sendo feito com toda a equipe envolvida no processo de efetivação do treinamento. Para tanto estão sendo envolvidos representantes dos usuários, gerência de recursos humanos responsável pelo treinamento oficial dentro da empresa e a área responsável pelo correto funcionamento do DTS.

Foram traçadas as linhas macros do plano de treinamento que são:

- **Levantamento de necessidades**

Foi feita uma análise individual do tipo de treinamento necessário de acordo com o perfil da área de atuação de cada um dos despachantes

- **Escolha de um cenário que atenda aos objetivos de treinamento pretendidos**

Foi definido os diversos cenários de eventos que deverão ser simulados dentro do DTS para reforçar a capacitação do treinando na operação do sistema elétrico.

- **Definição de itens de controle para avaliação de eficácia do treinamento e desempenho do treinando durante o treinamento**

A gerência de recursos humanos, junto com o instrutor, definiu a forma de avaliação de cada um dos treinandos no que se refere a rapidez, exatidão, segurança, confiabilidade nas ações tomadas durante o treinamento.

- **Definição de ações de acompanhamento do desempenho do treinando**

Todas as decisões e intervenções realizadas serão avaliadas pelo instrutor que poderá verificar posteriormente através do relatório emitido pelo DTS, quanto a comportamento e consequências ocorridas de acordo com o desempenho do treinando.



- **Preparação de treinamento anteriormente definido**

Feitas as definições, estão sendo tomadas as devidas providências para a efetivação do treinamento:

- **Preparação e testes do cenário**

Atualmente estão sendo feitos os ajustes e a preparação de alguns cenários que melhor atendam as necessidades do treinando. Optou se nessa fase inicial criar cenários somente para os despachantes do COS.

- **Treino do instrutor para atuar com agilidade durante a sessão.**

Simultaneamente o instrutor está treinando sua atuação, de forma a atender plenamente aos requisitos do sistema durante o treinamento.

- **Teste dos itens de controle**

Para avaliar a eficácia da avaliação, estão sendo analisadas também a eficácia do plano elaborado junto com a gerência de recursos humanos.

- **Execução do treinamento**

Planeja se a execução dos primeiros treinamentos ainda no primeiro trimestre do ano 2003.

- **Avaliações e conclusões**

Após a execução do treinamento, será feita uma avaliação da validade do treinamento.

### **Modelo orientada a Objeto**

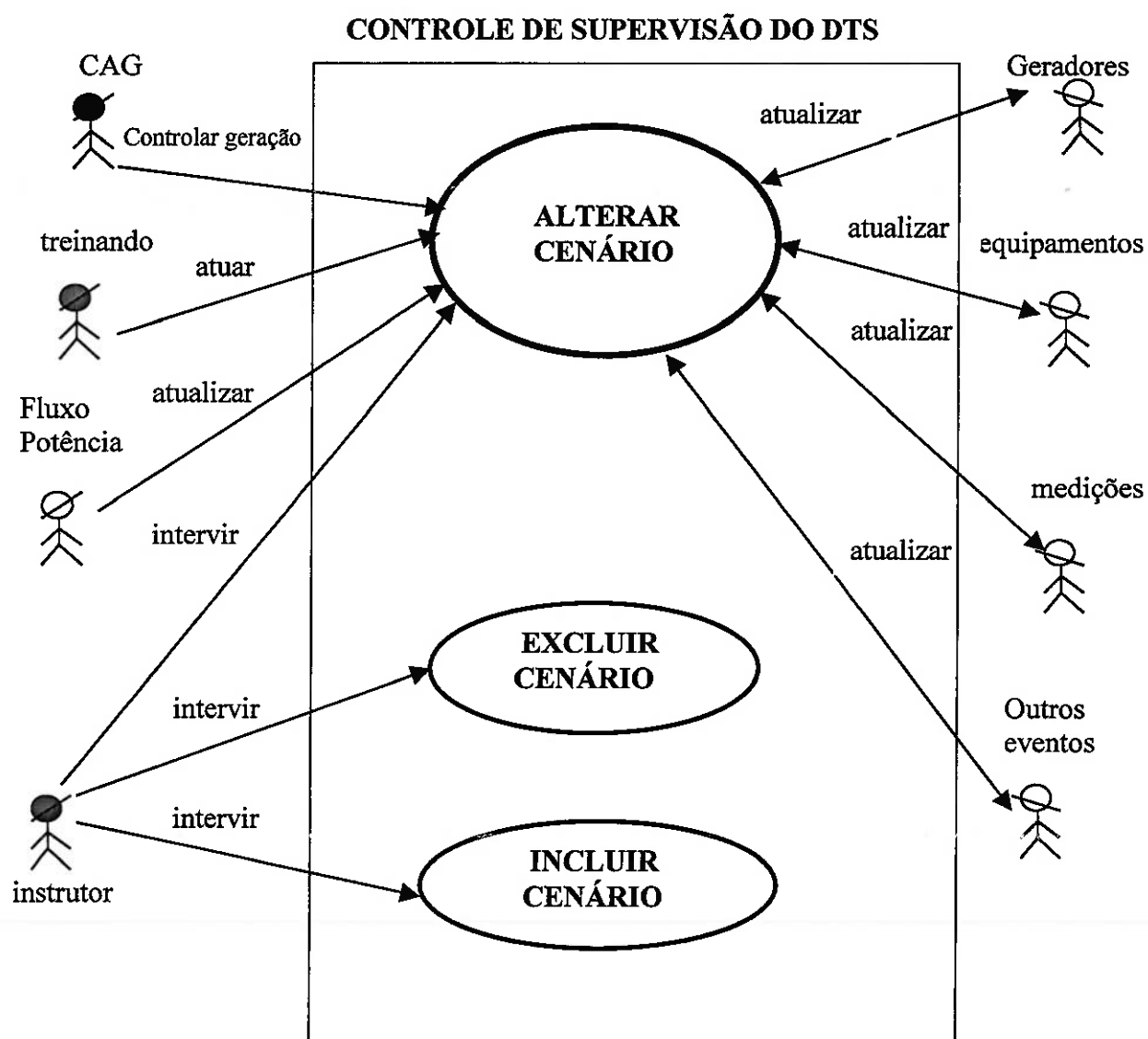
Para facilitar a implementação do plano de ação, está sendo utilizada a OO como ferramenta de ajuda, devido a facilidade de sua aplicação, visto que a OO não exige ferramentas específicas para descrevê-los e é de fácil compreensão.

Foram elaborados alguns exemplos utilizando a ferramenta OO, conforme pode ser visto nas figuras: modelo de caso de uso do DTS(figura 05), diagrama de classe(figura06) e diagrama de sequência(figuras 07).

A figura 05 mostra o casos de uso do DTS capturando os requisitos da aplicação através da representação dos atores que usam o (ou são usados pelo) sistema e possíveis ações. Eles são descritos sob o ponto de vista do usuário: o que ele pode fazer, como ele interage com o sistema. O caso de uso está apresentado na forma de diagrama UML de casos de uso para o sistema. Neste caso a representação é macro, mostrando como os diversos aplicativos podem influir ou serem influenciados pelas ações executadas no sistema do DTS.

Na figura 06 tem se uma identificação das classes e objetos do DTS em conformidade com os critérios recomendados por Pressman (1999), com o exame da narrativa do sistema a ser construído em busca de nomes. Uma vez identificados os nomes, foi então construído uma tabela identificando os objetos.

A figura 07 é um exemplo de diagrama de sequência que mostra a interação entre os objetos ao longo do tempo. Ele apresenta os objetos que participam da interação e a sequência de mensagens trocadas.



**Figura 05 - Modelagem de Caso De Uso do DTS**

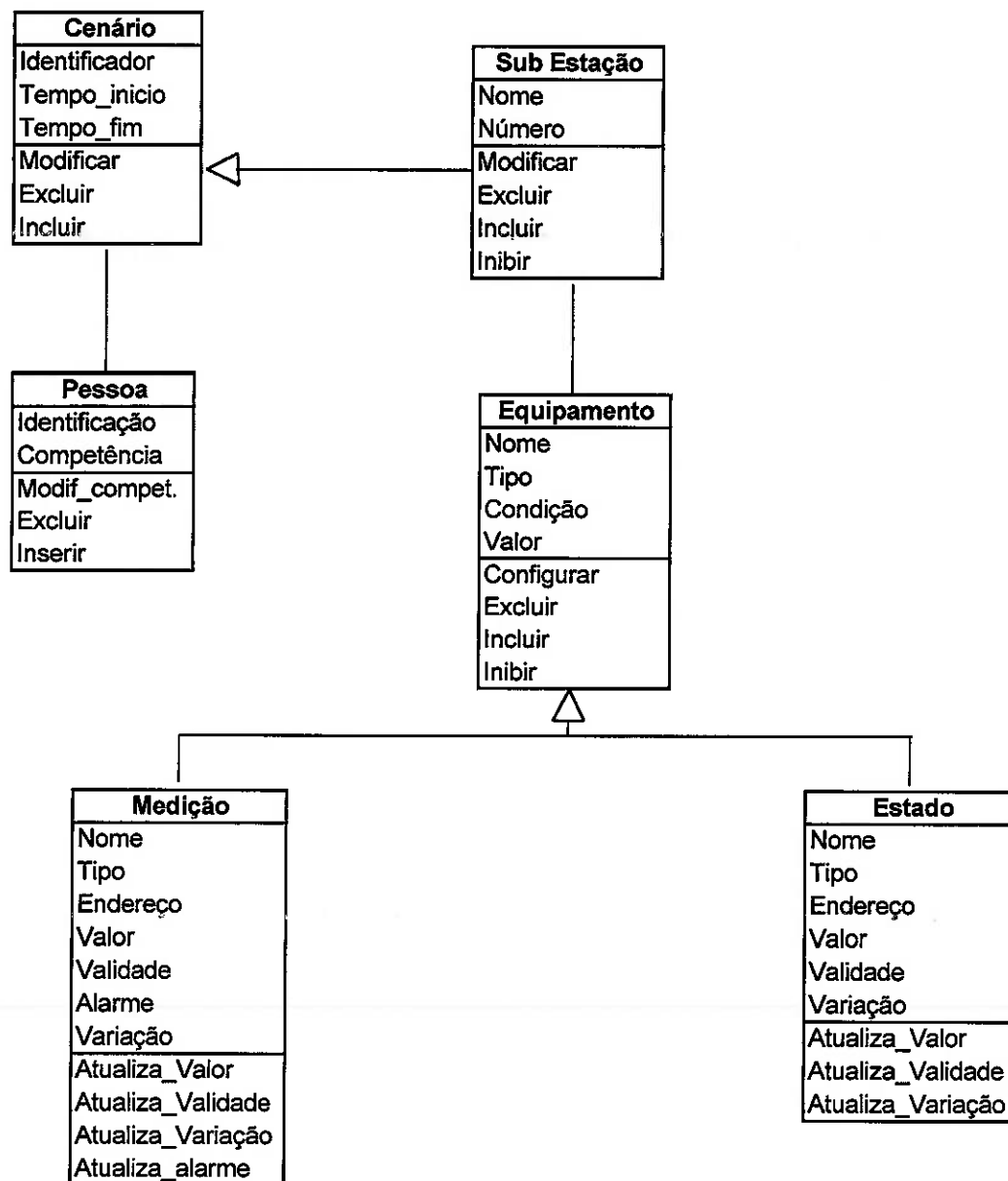
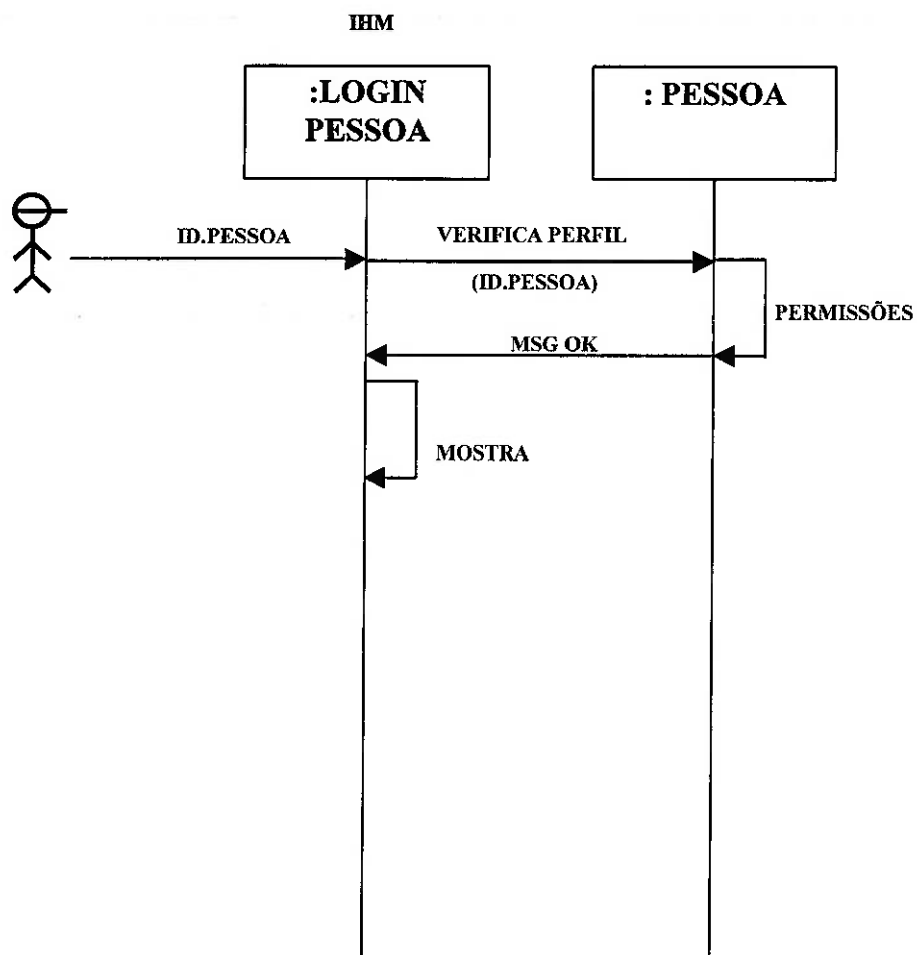


Figura 06 - Diagrama Classe do DTS

**CENÁRIO 1 – LOGIN DO USUÁRIO****Figura 07- Diagrama de Sequência do DTS – Cenário 1**

## 5.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cada dia que passa é necessário aprender mais em menos tempo e os simuladores são a ferramenta mais eficaz para atingir este objetivo.

A fidelidade no confronto dos resultados da simulação com a prática, estimulará os operadores de sistema elétricos a criarem situações corriqueiras e de emergência para o treinamento.

A simulação, ao contrario dos áridos relatórios que analisam apenas contingências simples, possibilita ao despachante criar livremente situações de emergência, aprender com os resultados gerados e se preparar para operar um sistema que a cada dia se torna mais complexo e gera mais desafios.

Pode se tornar também uma ferramenta de grande poder e valia para a CTEEP na elaboração de estudos elétricos do sistema em funcionamento, assim como quando da ampliação de novas redes, além de ser preciso nas resoluções de fluxo de potência, e de fácil implementação de uma nova base de dados e poderá oferecer respostas instantâneas sobre a consistência deste, podendo realizar simulações que permita avaliar a sua qualidade.

Embora muito ainda falte para alcançar o aperfeiçoamento desejado, já se pode afirmar que ele é efetivamente uma ferramenta de maior capacitação dos despachantes .

A grande vantagem do DTS da CTEEP em termos de investimento é que a plataforma hoje disponível na empresa, tem os recursos básicos necessários tanto em termos de software como de hardware para começar a execução da proposta desta monografia.

Porém , para tornar executável a proposta inicial, é necessário alocar recursos humanos adequados que possam efetivar os planos de ação aqui propostos.

Esse plano de ação já em andamento, foi ativado, conforme citado anteriormente, com a proposta apresentada nesta monografia, que gerou interesse na gerência da CTEEP em utilizar de fato, uma ferramenta com grande potencial e já à disposição dentro da empresa.

Dentro desse panorama, a ferramenta DTS disponível na CTEEP se devidamente aproveitado, poderá atender às diversas necessidades da empresa, permitindo uma melhora geral no desempenho da empresa

## **ANEXO– OO - Metodologia Orientada a Objeto**

Para obter melhores resultados no atendimento das necessidades da empresa, propõe-se a utilização de uma ferramenta, a OO, que é uma metodologia simples e prática que auxiliará bastante nessa fase inicial do plano de implementação do DTS, principalmente os “USE CASE”. Para entender melhor do que se trata essa metodologia, abaixo está apresentado uma breve explanação da OO e suas vantagens:

### **Conceitos**

“A OOP pode ser considerada como uma extensão quase natural da Programação Modular; entretanto a sigla OOP tem causado um certo "frisson" entre a comunidade de Informática, nos últimos anos. Na verdade, isto não deveria acontecer, uma vez que a OOP foi concebida há muito tempo atrás (no início da década de 70). A sua origem vem da linguagem Simula (Simula Language), concebida na Noruega no início da década de 60, e como o nome indica, foi criada para fazer simulações; entretanto, seu uso alavancou um conceito que até então passava "despercebido" pela maioria dos projetistas: a similaridade com o mundo real. A primeira linguagem de programação a implementar sistematicamente os conceitos de OOP foi a linguagem SIMULA-68; em seguida surgiu a linguagem Smalltalk -criada pela Xerox -, que pode ser considerada a linguagem que popularizou e incentivou o emprego da OOP. Atualmente podemos encontrar versões de Smalltalk para microcomputadores, o que facilitou enormemente o seu uso, tirando-a dos ambientes privativos das Universidades. O resultado foi uma linguagem de pura linhagem OO, poderosíssima, que implementa todos os conceitos de OO, o que não acontece com as chamadas linguagens OO híbridas que implementam apenas alguns conceitos de orientação ao objeto. Com o aparecimento da famosa "crise do software", o emprego da OOP foi a saída protagonizada pelos desenvolvedores para minimizar os custos dos sistemas, em particular os custos relativos às manutenções corretivas, uma vez que cerca de 75% dos custos dos programas referem-se ao indesejável expediente de alterar e/ou remendar códigos dos sistemas já implantados e em operação. Basicamente, a OOP utiliza os mesmos princípios da engenharia de



hardware que projeta novos equipamentos usando os mesmos componentes básicos como transistores, resistores, fusíveis, diodos, chips, etc. Os "objetos" já existentes são utilizados para produzir novos "objetos", tornando essa metodologia mais poderosa que as metodologias tradicionais de desenvolvimento de sistemas. Se consideramos a Orientação ao Objeto como um novo paradigma de desenho de software, devemos considerar, também, uma nova maneira de pensar, porque apesar de a escrita do código continuar sendo procedural, alguns conceitos mudam radicalmente: a estruturação e o modelo computacional. Fundamentalmente o que se deseja com esta metodologia são basicamente duas características: reutilização de código e modularidade de escrita; e nisto a OOP é imbatível quando comparada com as metodologias antigas. Em termos de modelo computacional podemos dizer que enquanto as metodologias tradicionais utilizam o conceito de um processador, uma memória e dispositivos de I/O para processar, armazenar e exibir as informações, a OOP emprega um conceito mais real, mais concreto, que é o de Objeto.

Uma definição para objeto seria a de um "ente" ativo dotado de certas características que o tornam "inteligente", a ponto de tomar certas decisões quando devidamente solicitado. Outra definição mais formal para objeto poderia ser: uma unidade dinâmica, composta por um estado interno privativo (estrutura de dados) e um comportamento (conjunto de operações). E neste caso, segundo PRICE [12], um objeto em particular é como um processador com memória própria e independente de outros objetos. Em termos de implementação, objeto é um bloco de dados privados envolvidos por código, de maneira que o acesso a ele só pode ser feito sob condições especiais. Todo o comportamento desse "ente" encapsulado é descrito através de rotinas que manipulam seus dados, sendo que o seu estado corrente está em seus próprios dados; em outras palavras, cada objeto tem suas próprias características, moldadas a partir de uma matriz. Formalmente, para ser considerada uma linguagem OO, esta precisa implementar quatro conceitos básicos: **abstração, encapsulamento, herança e polimorfismo**".(Mário Leite, Nelson Abu Sanra Rahal Júnior,2001).

Segundo Walter Chagas(2001) esses conceitos básicos podem ser definidos da seguinte maneira:

**Abstração** - É o processo de criar novos tipos de dados, ou seja, a capacidade de abstrair algo, porém reconhecendo todas as suas propriedades básicas. Um registro definido no dBase por exemplo não pode ser abstraído de forma alguma, porém o mesmo registro definido em outras linguagens como o BASIC, o C e o Pascal podem facilmente ser abstraídos.

Um tipo de dado definido pelo programador ideal, é aquele que se comporta da mesma forma como os tipos de dados definidos pela própria linguagem.

Quando se cria uma tabela de produtos em um banco de dados, abstrai-se um produto e todo o conjunto de informações necessárias para sua utilização. Toda vez que uma linguagem permite referir aos registros desta tabela como um todo, atinge a um objetivo básico da Abstração de Dados. Por exemplo, a linguagem deve permitir a passagem de um registro para uma função, não somente de um campo ou outro.

Para criar um tipo de dado abstrato, deve ser construído uma classe que represente o tipo de dado e os serviços que esta classe oferece.

Deve se entender classe como sendo uma especificação para um tipo abstrato que especifica os dados e as rotinas necessárias para a implementação dos dados e dos serviços adequados à necessidade do programador. Desta forma usualmente o programador irá se preocupar com o que a classe possui e não aquilo que ela significa.

Os serviços oferecidos são chamados de métodos, ou seja, são as funções criadas ou utilizadas pelo programador. Aqueles elementos de dados individuais são chamados de instâncias. Finalmente os objetos são instâncias de uma classe da mesma forma que uma variável numérica nada mais é que uma instância do tipo inteiro em linguagem C.

**Encapsulamento**- O encapsulamento consiste em ocultar ao usuário o funcionamento interno de uma classe. Desta forma todos os detalhes de um objeto, que são insignificantes ao programador não serão aparentes. A principal vantagem do

encapsulamento é permitir que os implementadores de classes mudem a implementação de uma classe sem que precisem alterar algum código gerado.

Desta forma, os dados de um produto podem ser alterados, usando a mesma classe já previamente criada para a alteração de outro tipo de cadastro.

Por exemplo, equipamentos como disjuntores, chaves seccionadoras podem ser encapsulados.

**Herança-** O objetivo básico deste conceito, é permitir a criação de uma nova classe a partir de outras existentes sem contudo duplicar código algum. A nova classe, chamada de derivada, se comportará de maneira análoga a classe que lhe deu origem, comportando-se diferentemente apenas naquilo que for alterado em relação a classe original.

A herança, é a responsável direta pela possibilidade de reutilização usual nos sistemas baseados em OO. A herança permite o avanço gradual em relação aos objetivos, sem perder consistência (alvos) anteriormente atingidos. Assim pode-se adaptar o comportamento de um componente sem mudar o próprio componente. Desta forma um sistema pode ser alterado incrementalmente, sem comprometimento do código. Assim, dentro do conceito OO o trabalho atualmente efetuado no DTS poderá ser reutilizado quando houver uma mudança de plataforma por exemplo.

**Polimorfismo-** Este conceito permite declarar que diferentes classes podem definir métodos de mesmo nome. Isto é importante na medida em que permite escrever rotinas que operem com qualquer classe que implementem métodos necessários. Desta forma, as classes tornam-se mais independentes uma da outra e assim novas classes podem ser criadas sem gerar qualquer impacto sobre aquelas anteriormente existentes.

## **Benefícios da OO**

Os principais ganhos para o desenvolvedor usando a Metodologia Orientada ao Objeto:

**Exatidão-** No desenvolvimento estruturado, onde elabora-se um projeto e depois faz-se os programas, pode-se ter no final, um sistema que não atenda perfeitamente seus objetivos depois de implementado. Na OO, devido ao fato deste ser feito de maneira quase que interativa com o usuário, o risco é significativamente diminuído.

**Potencialidade-** é a forma como o programa reage aos erros imprevistos como uma falha na impressora, ou a um disco cheio. Tanto maior for a potencialidade, maior a capacidade do programa em causar o menor dano possível aos dados e evitar uma saída drástica do sistema.

**Extensibilidade-** Quanto maior for a extensibilidade do software, maior será sua capacidade em adequar-se às especificações definidas pelos analistas.

**Reutilização-** A capacidade de se otimizar a produtividade do programador depende diretamente da maneira como o software disponibiliza a reutilização do código gerado. De fato, a maioria dos programadores profissionais, já reutiliza código anteriormente gerado, porém a perfeita reutilização consiste na utilização completa de um código gerado para algum sistema sem qualquer outra adaptação prévia.

## 6.0 REFERÊNCIAS

CASTELLI, C.A.F. **Treinamento de Despachantes na CTEEP com o DTS**. trabalho-03 PL-15 VII EDAO – encontro para debates de assuntos da operação, Foz do Iguaçu-PR. 10-14 de março de 2002.

R. Podmore et al. **An advanced Dispatcher Training Simulator**. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems.17-25, Jan 1982 vol.101, no.1,pp..

M.Prais et al. **Operator Training Simulators:Component Models**. paper 89 WM 179-3 PWRS IEEE/PES Winter Meeting, New York, Jan/Feb. 1989.

La Grange J.H., Kostic Tatjana. **Power System Restoration:The needs and environment of Control Centre Operators**. Cigré, Working Group 39.1- revista ELECTRA, no203 august 2002.

ABB Automation Inc, Network Management Division. **Ranger System Documentation for release 9.2: ABBNM- Houston-U.S.A. – June, 1999.**

UFRJ/IM/DCC. **Análise e Projeto Orientada a Objetos**. Rio de Janeiro,1999- Disponível em< [www.dcc.ufrj.br/~schneide/labpsi/apoo.ppt](http://www.dcc.ufrj.br/~schneide/labpsi/apoo.ppt)> Acesso em 12 nov 2002

Nelson Junior,Mário Leite. **Programação Orientada ao Objeto: uma abordagem didática** Brasil, 2001 – Disponível em <[www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/leite\\_rahel.html](http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/leite_rahel.html)> Acesso em 10 nov 2002

Chagas Walter.**O que é orientação a objetos?** Minas Gerais.2001 – Disponível em <[www.geocities.com/SiliconValley/Bay/1058/oop.html](http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/1058/oop.html)> Acesso em 10 nov 2002

## 6.1 Bibliografia Recomendada

Araújo A.S., Pedrosa A.J. **Utilização de um Simulador de Fluxo de carga para apoio e treinamento nos centros de operação da CHESF.** VII EDAO – Encontro para debates de assuntos da operação. Foz do Iguaçu-PR, 10-14 de março de 2002.

V. Kola, A. Bose, P.M. Anderson. **Power Plant Models for Operator Training Simulators.** SM 730-4 IEEE/PES Summer Meeting, Portland, July 1988.88p

Jacek, Bujak. **Dispatcher Training using the real-time Simulator Aristo.** the first EPRI Latin American Conference & Exhibition. Rio de Janeiro. November, 2001.

J.R. Latimer, R.D. Masiello. **Design of a Dispatcher Training Simulator.** Toronto. Proceeding of the Power Industry Computer Application Conference. May 1977.

Lei X. et al. **A large integrated power system software package NETOMAC.** Beijing, China. POWERCON'98, International Conference on Power System Technology. 1998, pp 17-22.

S.Kaiser et al. **New approach for PC-based interactive real time testing of digital relays and controller structures.** Vasters-Sweden ICDS'99. May 1999.

DSI –Decision Systems International. **Introduction to the Operator Training Simulator and it's Applications for Dispatcher Training Ad Emerging Market Studies:** pre-Conference Seminar. Rio de Janeiro. the first EPRI Latin American Conference & Exhibition: November, 2001,.