



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**Trabalho de Conclusão de Curso**

# **Proposta de um Guia de Estilo CHESF para o Projeto de Interfaces Ergonômicas**

Aluno:

Flávio Torres Filho

[flavio.filho@ee.ufcg.edu.br](mailto:flavio.filho@ee.ufcg.edu.br)

Orientadora:

Prof.<sup>a</sup> Maria de Fátima Queiroz Vieira

[fatima@dee.ufcg.edu.br](mailto:fatima@dee.ufcg.edu.br)

Campina Grande, Novembro de 2008.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

*Relatório referente à disciplina*  
*Projeto de Engenharia Elétrica do aluno*  
*Flávio Torres Filho sob a orientação*  
*da professora doutora Maria de Fátima Queiroz Vieira.*

---

Flávio Torres Filho  
(Aluno)

---

Maria de Fátima Queiroz Vieira  
(Orientadora)

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	4
LISTA DE QUADROS.....	5
ABREVIATURAS .....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. MOTIVAÇÃO.....	7
1.2. OBJETIVOS.....	8
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	8
2. GUIAS DE ESTILO E INTERFACES ERGONÔMICAS .....	9
2.1. CONCEITOS PRELIMINARES.....	9
2.2. OBJETIVOS E BENEFÍCIOS DE UM GUIA DE ESTILO.....	12
2.3. PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE UM GUIA DE ESTILO.....	14
3. SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SETOR ELÉTRICO .....	16
3.1. A EVOLUÇÃO DOS CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA .....	16
3.2. O MODELO DE AUTOMAÇÃO DA CHESF E A IMPLANTAÇÃO DO SAGE.....	17
3.3. FALHAS OPERACIONAIS .....	22
4. PROPOSTA DE UM GUIA DE ESTILO CHESF .....	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
6. REFERÊNCIAS.....	28
ANEXO I: GUIA DE ESTILO DE USABILIDADE DO SAGE .....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de Interação Homem-Máquina .....	10
Figura 3: Centros de Operação Regionais da CHESF.....	18
Figura 4: Estrutura de supervisão e controle da CHESF (AZEVEDO, AGUIAR, SILVEIRA, & FILHO, 2001) ...	19
Figura 5: Esquema Típico de um Centro de Controle (Santos & Carmo, 2005).....	20
Figura 6: SigDraw, editor gráfico para edição de tela do SAGE.....	22

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplo de diretriz de projeto (Queiroz, 1994) .....	11
Quadro 2: Títulos das partes da ISO 9241 .....	12
Quadro 3: Benefícios de um Guia de estilo .....	13
Quadro 4: Classificação das falhas no sistema para a CHESF. ....	23
Quadro 5: Classificação dos atributos. ....	24
Quadro 6: Formato das regras no guia de estilo .....	26

## ABREVIATURAS

CEPEL: CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA

CHESF: COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO RIO SÃO FRANCISCO

COR: CENTRO DE OPERAÇÃO REGIONAL

COS: CENTRO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

EMS: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

IED: INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE

IHM: INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

ISO: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION

LIHM: LABORATÓRIO DE INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

PDAO: PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO DA OPERAÇÃO

PDAO: PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO DA OPERAÇÃO

SAGE: SISTEMA ABERTO DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA

SCADA: SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION

UTR: UNIDADE TERMINAL REMOTA

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

No projeto de um produto de software um conjunto de características deve ser alcançado em um determinado nível, para que o produto atenda as necessidades dos usuários. É através desse conjunto de características que a qualidade do produto é descrita e avaliada. A definição de características de qualidade apropriadas, levando em consideração o uso pretendido do produto de software, assim como sua avaliação, constituem a base para o desenvolvimento de produtos de software de alta qualidade (Pressman, 1995).

Para um sistema de supervisão industrial, dentre essas características destaca-se a padronização da operação. É importante, em termos de qualidade, que o sistema supervisorio possua objetos e estilos de interação padronizados, o que facilita a aprendizagem da equipe gestora do sistema e diminui a incidência de erro humano associada à interface homem-máquina.

Na busca pelo desenvolvimento desses produtos de software com bom nível qualitativo, empresas e organizações fornecem guias de estilo. Estes documentos servem de referência para o projeto da interface de um produto ou de uma família de produtos. Desta forma, a qualidade final do produto está relacionada à conformidade com o modelo de qualidade proposto.

A partir de estudos e trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa GIHM – Grupo de Interfaces Homem-Máquina – do Departamento de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Campina Grande, identificou-se a ausência de um guia de estilo para a concepção de interfaces dos sistemas supervisorios usados na CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco. Os projetistas de interfaces para estes sistemas não possuem um documento organizacional formal que oriente o projeto de interfaces com características ergonômicas e funcionais padronizadas.

Neste contexto, no presente trabalho pretendemos propor a formatação um guia de estilo para os produtos de software usados pela CHESF, em especial o SAGE – Sistema de Gerenciamento de Energia. Serão utilizados como base relatórios de falha humana da empresa

(Lima, 2006), opinião dos usuários sobre os produtos, normas ISO (ISO 9241, 1998) e diretrizes da própria empresa.

## 1.2 OBJETIVOS

Propor a formatação de um Guia de Estilo para padronização de interfaces com o usuário em produtos de software desenvolvidos ou adquiridos pela CHESF. Seu propósito mais significativo é condensar e agrupar sugestões, estratégias de ação e recomendações técnicas relativas ao projeto de interfaces no contexto da CHESF. O objetivo final deste documento é:

- Otimizar o trabalho de projetistas de interfaces homem-máquina, uma vez orientados pelas regras de projeto contidos no guia de estilo.
- Apoiar a avaliação das interfaces desenvolvidas, através da inspeção da conformidade do projeto com o conjunto de regras e padrões definidos no guia de estilo.
- Reduzir a taxa de erro humano na interação com o SAGE, oferecendo aos operadores do sistema interfaces mais ergonômicas.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 2 aborda aspectos relacionados ao projeto de interfaces ergonômicas, descreve diretrizes de projeto, normas e guias de estilo, formas comuns de publicação de divulgação do conhecimento. De maneira mais profunda, discorre sobre os objetivos e benefícios dos guias de estilo para usuários, desenvolvedores e empresas. Além disso, apresenta um roteiro para concepção de um guia de estilo de usabilidade de software.

No capítulo 3, é apresentada uma visão geral sobre centros de operação e controle de energia elétrica e, em particular, o modelo de automação da CHESF e seu sistema de aberto de gerenciamento de energia (SAGE).

No capítulo 4, é apresentada a estrutura do guia de estilo desenvolvido neste trabalho para o projeto de telas do SAGE no contexto de uso da CHESF. Este documento encontra-se no Anexo I.

Finalmente, o capítulo 5 apresenta conclusões e considerações finais a respeito do desenvolvimento do trabalho.

## 2 GUIAS DE ESTILO E INTERFACES ERGONÔMICAS

A evolução tecnológica nos últimos anos e o aumento do nível de automação do setor industrial coloca os operadores diante de novos desafios. Estes trabalhadores precisam a cada dia gerir um conjunto maior de processos, monitorarem diferentes tipos de equipamentos e realizar tarefas em intervalos de tempo bem definidos, sob pena de comprometer a própria integralidade do sistema.

Nesta situação em que se exige muito da atenção do profissional e aumenta-se a carga cognitiva é um cenário propício ao erro. As conseqüências podem ter sérias implicações, especialmente em sistemas críticos, onde as falhas podem resultar em perdas econômicas significativas, danos ambientais ou ameaças à vida humana (Lima, 2006).

Neste contexto aumentaram-se os esforços no sentido de se projetar interfaces mais ergonômicas para reduzir o erro humano associado às Interfaces Homem-Máquina – IHM. Uma ferramenta importante nesse processo é a construção de documentos formais que registrem um padrão organizacional dos produtos de software, especialmente sistemas supervisórios, são os guias de estilo ou manuais de regra.

Neste capítulo serão apresentados conceitos preliminares relacionados com a qualidade do projeto IHM, os benefícios e objetivos de um guia de estilo e o processo de concepção desses documentos.

### 2.1 CONCEITOS PRELIMINARES

Na engenharia de software, o termo interface refere-se a toda porção de um sistema computacional com a qual o usuário mantém contato e através dela interage com o sistema (Pressman, 1995). Nesse processo de interação usuário-sistema a interface envolve tanto software quanto hardware, por exemplo, dispositivos de entrada e saída de dados (mouse, teclado, monitores, impressoras, caixas de som). Atualmente, com a popularização de dispositivos móveis, outros tipos de interfaces como telas sensíveis ao toque e via comando de voz são cada vez mais usadas. A Figura 1 representa o processo de interação entre o usuário e o sistema.

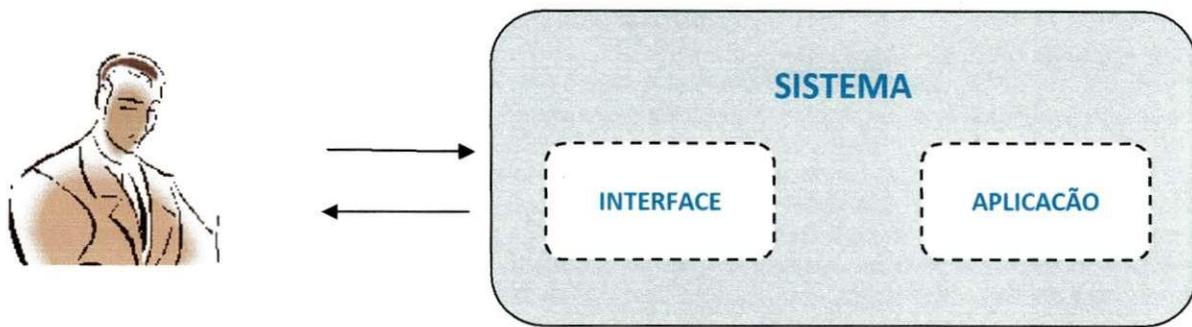


Figura 1: Processo de Interação Homem-Máquina

Os estudos relacionados ao projeto IHM se refere a como construir interfaces de alta qualidade. E uma interface bem projetada deverá considerar as expectativas de grupos diferentes. Para o usuário, um produto de software de boa qualidade é aquele no qual ele pode realizar suas tarefas de forma intuitiva, com rapidez e eficiência. Para o desenvolvedor, o sistema deve ser fácil de manter, adicionar novas funcionalidades, possuir dados bem estruturados, etc. E o cliente espera que o sistema dê maior rapidez e confiabilidade ao processo produtivo, sendo lucrativo ao seu negócio. Percebe-se que a qualidade é um conceito com múltiplas facetas (perspectivas de usuário, desenvolvedor e cliente) e que envolve diferentes características (por exemplo, usabilidade, confiabilidade, eficiência, portabilidade, segurança, produtividade) que devem ser alcançadas em níveis diferentes, dependendo do propósito do software (Falbo, 2005).

O conceito de usabilidade é definido pela norma internacional ISO 9241-11 como *“Medida em que um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um determinado contexto de uso”* (ISO 9241, 1998). Portanto, a usabilidade de um sistema é um conceito que se refere à qualidade da interação de sistemas com os usuários e depende de vários aspectos como facilidade de aprendizado, satisfação do usuário, flexibilidade e produtividade.

Na avaliação do projeto IHM são definidos requisitos, padrões e normas a partir das quais a qualidade é medida. A falta de conformidade aos padrões implica em baixa qualidade.

As formas comuns de apresentação dos padrões aos projetistas de interfaces são as diretrizes de projeto, normas internacionais e os guias de estilo.

As diretrizes de projeto possuem caráter sugestivo, são orientações técnicas que resumizam o conhecimento e a opinião metodológica corrente. Devem ser aplicados em função

do contexto, de modo a se definir aquilo que se aplica, e como se aplica. No quadro 1 é apresentado um exemplo de diretriz de projeto.

**Quadro 1: Exemplo de diretriz de projeto (Queiroz, 1994)**

**Destaque da informação a partir da variação de cor:**

Empregar até 4 cores como padrões. Reservar cores adicionais para uso ocasional.

As normas internacionais são documentos oficiais que fornecem os requisitos para o projeto das interfaces. Sua redação tem um caráter muito geral, em alguns casos necessitando interpretação (Turnell, 2000).

A norma internacional ISO 9241, por exemplo, define métricas para avaliação de qualidade do ponto de vista de uso do produto e esta estruturada em 17 partes, sendo as 9 primeiras relacionadas ao hardware, e as demais relativas ao software. O Quadro 2 apresenta os títulos de cada uma das partes da norma, que possui o título geral de requisitos ergonômicos para o trabalho de escritório com terminais de vídeo (ISO 9241, 1998).

A ISO 9241 é uma referência importante tanto para os projetistas, que possuem suporte na inspeção da aplicabilidade das normas para projetos específicos, quanto para os avaliadores, que podem verificar a adoção, pelos projetistas, das recomendações existentes no padrão (Lima, 2006).

## Quadro 2: Títulos das partes da ISO 9241

- Parte 1: Introdução geral;
- Parte 2: Orientações sobre requisitos da tarefa;
- Parte 3: Requisitos para apresentação visual;
- Parte 4: Requisitos para teclado;
- Parte 5: Requisitos posturais e de leiaute para posto de trabalho;
- Parte 6: Requisitos para ambiente;
- Parte 7: Requisitos para monitores quanto à reflexão;
- Parte 8: Requisitos para apresentação de cores;
- Parte 9: Requisitos de dispositivos de entrada, que não sejam os teclados;
- Parte 10: Princípios de diálogo;
- Parte 11: Orientações sobre Usabilidade;
- Parte 12: Apresentação da informação;
- Parte 13: Orientações ao usuário;
- Parte 14: Diálogos por menu;
- Parte 15: Diálogos por linguagem de comandos;
- Parte 16: Diálogos por manipulação direta;
- Parte 17: Diálogos por preenchimento de formulários;

Por outro lado, os guias de estilo, ou manuais de regras, documentam padrões industriais e contêm informações prescritivas, ao invés de sugestivas, reunindo normas relacionadas ao contexto de uso considerado (Queiroz, 1994). Por exemplo, os guias de estilos fornecidos por empresas como a Apple, Sun e Microsoft.

## 2.2 OBJETIVOS E BENEFÍCIOS DE UM GUIA DE ESTILO

Guias de estilo são documentos oficiais produzidos por uma empresa ou organização com o objetivo de estabelecer padrões para o projeto IHM de um produto ou uma família de produtos.

O esforço de construção desses documentos para padronização de interfaces proporciona benefícios para os desenvolvedores, usuários e, por fim, para a própria organização.

Os desenvolvedores podem fazer usufruto de uma importante referência, reduzindo o tempo de desenvolvimento, a tomada de decisões arbitrárias e facilitando o reuso de módulos e objetos já existentes. Geralmente, projetistas de interface e programadores trabalham em equipe, muitas vezes necessitando testar, alterar e integrar módulos produzidos por outros. Assim, é muito importante que haja padrões organizacionais para a fase de implementação.

O usuário, já familiarizado com os objetos e estilos de interação, aprendem qualquer nova aplicação que use o mesmo padrão de interface muito mais rapidamente. Desse modo, aumenta-se a confiança e produtividade do usuário, minimiza-se a resistência à nova tecnologia e a incidência de erro humano associada ao projeto IHM.

A empresa conseguirá manter a consistência dos produtos de softwares adquiridos, realizar atividades de avaliação da qualidade, que podem ser dirigidas pela avaliação da conformidade em relação ao padrão, poderá reduzir custos com treinamento dos usuários, e efetuar a substituição de pessoas com maior facilidade.

O quadro 3 resume, segundo as perspectivas dos diferentes agentes envolvidos, os benefícios de um guia de estilo, e que podem justificar o tempo e o dinheiro gasto na sua concepção.

**Quadro 3: Benefícios de um Guia de estilo**

USUÁRIO FINAL	DESENVOLVEDORES	EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da autoconfiança;</li> <li>• Facilita a aprendizagem;</li> <li>• Menos frustração;</li> <li>• Redução de erros;</li> <li>• Menor resistência a novas tecnologias;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimiza a reinvenção;</li> <li>• Facilita o treinamento de novos desenvolvedores;</li> <li>• Reduz a tomada de decisões arbitrárias;</li> <li>• Diminui o tempo de desenvolvimento;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante a consistência de uma família de produtos;</li> <li>• Reduz os custos com treinamento;</li> <li>• Contém um repositório de diretrizes e padrões;</li> <li>• Facilita a realização de testes para aquisição de produtos;</li> <li>• Maior confiabilidade do processo produtivo;</li> </ul>

Pelas razões citadas anteriormente, concluímos que um guia de estilo é uma obra muito importante, entretanto não garante por si só a boa usabilidade dos produtos de software. A adoção dos padrões do guia pelos projetistas e a comprovação da conformidade pelo verificador não dispensa a aplicação de testes de usabilidade com o usuário final.

### 2.3 PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE UM GUIA DE ESTILO

Dada a importância de padrões organizacionais, eles devem ser elaborados com bastante cuidado. É necessário formar uma equipe heterogênea de profissionais que será responsável pela definição e redação do guia de estilo, tais como desenvolvedores, usuários, gerentes de projeto, especialistas em usabilidade, etc. Somente com a reunião das partes interessadas se poderá coletar os dados necessários para a concepção do guia, como características dos usuários, das tarefas e o contexto de trabalho. Em geral, a estrutura de um guia de estilo inclui:

1. Introdução: apresenta os objetivos do documento de guia de estilo, a audiência esperada, o escopo do documento e sua organização.
2. Conceitos Preliminares: apresenta os conceitos relacionados com a usabilidade e qualidade de uso de um produto de software.
3. Diretrizes Gerais: diretrizes de usabilidade que se aplicam a qualquer tipo de produto.
4. Padrões Específicos: descrição de um estilo de interação ou objeto específico, incluindo tanto sua aparência quanto seu comportamento. Além de poder indicar quando e como utilizá-los.
5. Bibliografia: Citar as referências importantes usadas como base na elaboração das diretrizes, como padrões gerais propostos por instituições nacionais ou internacionais voltadas para a área de qualidade de software, tal como a ISO.

A seguir apresentamos etapas que podem ser seguidas para a criação de um guia de estilo. Foram usados como referência para esta versão do processo de concepção de um guia de estilo os trabalhos (Schaffer, 2004) e (Pádua, 2008).

#### **I. Definir requisitos que o Guia de Estilo deve satisfazer.**

Estabelecer o contexto de utilização do documento, identificar a classe de leitores ou potenciais leitores e definir os objetivos que se pretende alcançar, tais como manter a consistência no projeto dos produtos, aumento da satisfação dos usuários, redução do erro humano, aumento da qualidade dos produtos, etc.

#### **II. Seleção da classe de produtos a serem considerados no guia.**

Definição dos produtos que estarão sujeitos ao guia, os objetos de interação que o guia de estilo deve abordar (janelas, menus, caixas de diálogos, controles, etc) e reunir gabaritos (*templates*) de telas e dos exemplos dos objetos de interação.

#### **III. Especificação e elaboração do documento.**

Definir um processo estruturado para o desenvolvimento do guia de estilo. Uma boa prática consiste em usar como base padrões gerais propostos por instituições nacionais ou internacionais voltadas para a área de qualidade de software, tal como a ISO. Além disso, considerar recomendações dadas por especialistas da área e práticas já amplamente difundidas dentro da organização.

#### **IV. Validação do documento.**

Publicar, divulgar e fazer cumprir as normas estabelecidas. Revisão e certificação de um conjunto de produtos da empresa segundo o guia de estilo.

#### **V. Revisão do documento.**

Avaliar o impacto do documento na produção dos usuários, considerar sugestões e comentários, atualizar e expandir o guia de estilo sempre que necessário.

### 3 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SETOR ELÉTRICO

Nas últimas décadas, aumentou muito o nível de automação dos sistemas elétricos de potência, com subestações sendo operadas parcialmente ou totalmente telecomandadas.

Neste cenário, o trabalho de supervisão e controle das instalações tem requerido crescente e complexas tomadas de decisões por parte dos operadores nos centros de operação. Estes profissionais precisam responder de forma rápida e correta a fenômenos elétricos aos quais o sistema está sujeito, tais como: perda de sincronismo, queda de frequência, colapso de tensão, corte de geradores e cargas e etc. Dessa forma, sistemas elétricos são sistemas críticos, onde a falha humana pode causar acidentes com conseqüências das mais variadas.

Sendo os projetistas responsáveis indiretos pelo desempenho dos operadores, também se elevaram as exigências e os esforços na concepção de sistemas interativos mais ergonômicos. Neste capítulo será apresentado o modelo de automação da CHESF, o sistema de gerenciamento de energia implantado nos diferentes níveis de supervisão e controle da empresa e um estudo realizado por Lima (Lima, 2006) dos relatórios da empresa sobre acidentes e incidentes ocorridos durante a operação do sistema.

#### 3.1 A EVOLUÇÃO DOS CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA

Na década de 70 surgiu a primeira geração de Centros de Supervisão e Controle de Energia Elétrica informatizados. Estes sistemas, que tiveram um bom desempenho inicial, foram baseados em software proprietário rodando em *mainframes*, com alto custo de aquisição, manutenção e baixa capacidade de processamento para os padrões atuais.

Devido à limitação dos recursos computacionais disponíveis na época, foi necessário o desenvolvimento de código bastante otimizado e, como conseqüência, a profunda interligação entre os componentes de software e hardware.

Com a evolução do mercado de informática, os equipamentos computacionais e o software básico usados pela primeira geração de Centros de Controle de Energia tornaram-se obsoletos. Porém, a forte dependência entre os componentes do sistema dificultava ou mesmo impedia a substituição. Dessa forma, com as transformações do setor elétrico, estes centros

tornaram-se incapazes de atender os requisitos das empresas e as necessidades do mercado de consumo.

Nos anos 90 surgiu segunda geração dos Centros de Controle informatizados que se caracterizou pelo processamento distribuído, com redes de computadores heterogêneos, pela adoção dos padrões de mercado (linguagem C, sistema operacional Unix, sistema gráfico X-Window e o conjunto de protocolos TCP-IP, por exemplo) e pelo desacoplamento entre os diversos componentes do sistema.

Com o objetivo de vencer as dificuldades da primeira geração e aproveitando-se do desenvolvimento tecnológico da década anterior, estes centros de controle pretendiam ser sistemas abertos, em que equipamentos de diferentes fornecedores podem trabalhar em conjunto, outros obsoletos podem ser facilmente substituídos, novas funcionalidades podem ser agregadas e o sistema cresce junto com as necessidades da empresa (AZEVEDO, AGUIAR, SILVEIRA, & FILHO, 2001).

Estas metas foram alcançadas em diferentes graus pelos fornecedores de sistemas para centros de controle, e possibilitaram uma grande redução dos custos globais (aquisição, manutenção e expansão), e assim viabilizou-se a informatização generalizada de centros de controle de todos os níveis e portes, com impacto positivo sobre a qualidade da operação.

O SAGE – Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia – desenvolvido pelo CEPEL, é um sistema de supervisão e controle que, além das características de sistemas abertos da segunda geração de centros de controle, foi projetado para atender às particularidades do sistema elétrico brasileiro. O produto teve uma rápida disseminação por todo o Brasil, onde há várias dezenas de instalações em operação.

### 3.2 O MODELO DE AUTOMAÇÃO DA CHESF E A IMPLANTAÇÃO DO SAGE

#### ESTRUTURA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DA CHESF

A Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF é uma empresa instalada na região Nordeste, sua sede é em Recife e atua na região há 63 anos. Possui um sistema de geração com 14 usinas hidroelétricas e 01 usina termelétrica totalizando uma potência instalada de 10.618

MW, além de um sistema de transmissão que é composto de 99 subestações e mais de 18.000 km de linhas de transmissão, nos níveis de tensão de 500 kV, 230 kV, 138 kV e 69 kV.

Em 1995, em cumprimento às diretrizes estabelecidas no seu plano Diretor de Automação da Operação (PDAO), a CHESF iniciou os estudos visando a atualização tecnológica de seu Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS). Pretendia-se com essa atualização permitir uma sobrevivência do EMS em operação até que, num segundo momento, a migração para um sistema aberto pudesse ser completada. Este projeto encontra-se hoje concluído, sendo adotado um sistema com tecnologia SAGE no mesmo nível hierárquico do EMS, que passou a constituir o novo Centro de Operação do Sistema (COS) da CHESF.

Em paralelo iniciava-se um processo de descentralização do EMS. Esta descentralização tinha como objetivo dotar as áreas regionais de operação da CHESF de Centros de Controle independentes e atualizados tecnologicamente.

A estrutura hierárquica concebida para os Centros de Controle estabelecia três níveis bem definidos. No primeiro nível se situava o EMS já mencionado, localizado em Recife, no segundo nível estão os Centros de Controle Regionais (CORs), localizados em pontos estratégicos da região Nordeste (Recife, Fortaleza, Teresina, Salvador e Paulo Afonso), conforme Figura 2, e no terceiro nível os Centros de Controle de Instalações (AZEVEDO, AGUIAR, SILVEIRA, & FILHO, 2001).

- CROL – Centro Regional de Operação de Sistema LESTE.
- CROS – Centro Regional de Operação de Sistema SUL.
- CROP – Centro Regional de Operação de Sistema CENTRO.
- CRON – Centro Regional de Operação de Sistema NORTE.
- CROO – Centro Regional de Operação de Sistema OESTE.

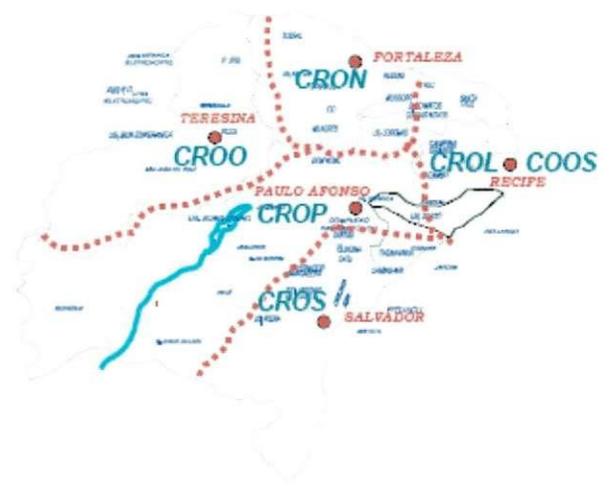
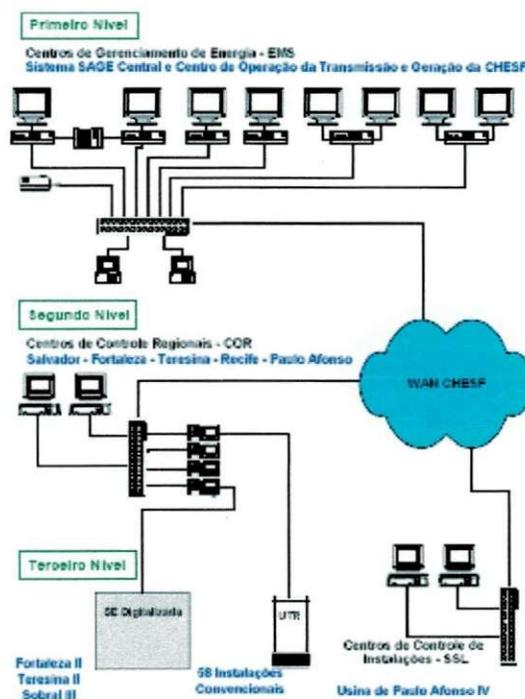


Figura 2: Centros de Operação Regionais da CHESF

A figura 3 ilustra a estrutura concebida pela empresa. Nesta estrutura existem as subestações que têm o controle totalmente digitalizado e foram projetadas para operarem de forma teleassistida. E existem as subestações que têm o controle convencional, onde uma Unidade Terminal Remota – UTR faz a aquisição dos estados, medidas e o controle dos disjuntores da instalação. A finalidade destas UTRs é disponibilizar os dados das subestações e usinas para o Centro de Controle Local e os Centros de Controle Regional da CHESF.



**Figura 3: Estrutura de supervisão e controle da CHESF (AZEVEDO, AGUIAR, SILVEIRA, & FILHO, 2001)**

Para realizar as funções de supervisão e controle das subestações, os Centros de Controle Local são dotados de um sistema supervisorio com tecnologia SAGE que aquisita os dados da UTR. A arquitetura do Centro Local, representada na figura 4, é composta de computadores PCs que estão conectadas em uma rede local especifica e realiza a função de interface homem-máquina e eventualmente de concentrador de dados para as UTRs e os dispositivos eletrônicos inteligentes – IEDs quando a UTR não tem porta suficiente para realizar essa função. A UTR tem como premissa adquirir dados do processo através de cartões de entrada e saída, e realizar a integração com os IEDs. A rede é sincronizada por GPS através de um servidor de tempo (Santos & Carmo, 2005).

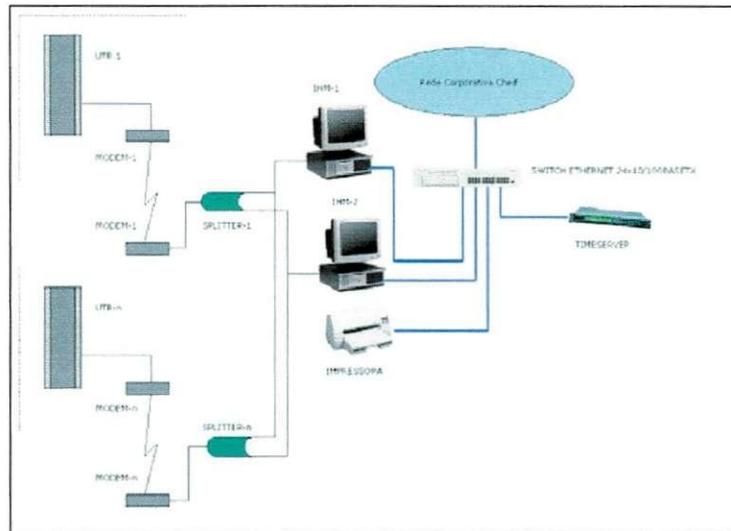


Figura 4: Esquema Típico de um Centro de Controle (Santos & Carmo, 2005).

#### SAGE: SISTEMA ABERTO DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA

O SAGE foi projetado para constituir as características dos *sistemas abertos* e integrar a segunda geração dos centros de controle informatizados. Essas características e suas vantagens podem ser sintetizadas nas propriedades a seguir:

- **Portabilidade:** Capacidade de implementação da mesma funcionalidade em diferentes plataformas de hardware e software. Isso significa a independência de fornecedores específicos, e a possibilidade de escolha da alternativa mais conveniente em cada ocasião.
- **Interconectividade:** Capacidade de conexão de plataformas de hardware distintas e de diferentes portes através de uma rede padrão. Isto viabiliza a operação em paralelo com sistemas já existentes e a adição de novos equipamentos a um sistema já operacional.
- **Expansibilidade:** Capacidade de crescimento incremental de hardware (adição ou substituição) e de software (adição de novas funcionalidades). Assim, o sistema pode crescer junto com as necessidades da empresa mantendo, ao mesmo tempo, seu desempenho em níveis aceitáveis.

- **Modularidade:** Capacidade de inclusão, eliminação e alteração de funções, módulos e mesmo novos centros com impacto mínimo sobre os demais componentes do sistema.
- **Escalabilidade:** Capacidade de o mesmo software ser usado em todos os níveis de supervisão e controle, desde sistemas locais, centros regionais, centros de operação do sistema e até centros nacionais.

A experiência adquirida pela CHESF na implantação do SAGE demonstrou que estas propriedades dos centros de controle abertos representaram ganhos reais e importantes para a empresa. Principalmente, porque permitem que os sistemas de supervisão e controle evoluam e acompanhem as transformações da empresa e do setor elétrico, com custos muito inferiores aos de sistemas vinculados a fornecedores específicos de hardware e software (AZEVEDO, AGUIAR, SILVEIRA, & FILHO, 2001).

O processo para configuração do sistema segue as seguintes etapas:

- **Banco de Dados:** modelagem e carregamento da base de dados associada ao processo e a configuração do sistema.
- **Telas:** edição de telas e associação dos pontos dinâmicos com a Base de Dados de Referência.
- **Interface Gráfica:** configuração do controle de acesso, das fontes, das cores, das telas e dos relatórios.

A edição de telas do SAGE, segunda etapa descrita acima, é feita através do software SigDraw (figura 5) em cada subestação da CHESF que possui o SAGE operando como software SCADA. Entretanto, devido a inexistência de um documento organizacional formal que oriente o desenho das telas do sistema elétrico, observa-se a falta de padronização das interfaces gráficas em uso nas diversas subestações da empresa.

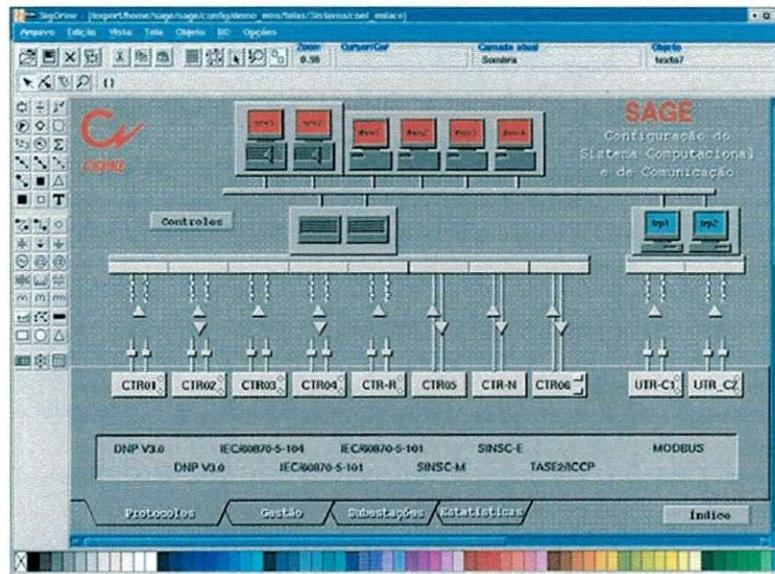


Figura 5: SigDraw, editor gráfico para edição de tela do SAGE.

### 3.3 FALHAS OPERACIONAIS

Durante a operação do sistema o operador está propenso a cometer erros, os quais podem ocorrer em várias situações de trabalho e ainda podem ter diversas causas associadas (Lima, 2006). Em particular, na interação com sistemas de supervisão e controle como o SAGE, o volume de informações apresentado ao operador é tipicamente elevado, oriundo de diferentes tipos de equipamentos e sistemas. Estas informações são apresentadas na forma de diagramas unifilares, tabelas, listas de alarmes, entre outras.

Por norma do setor elétrico, a CHESF faz o registro das falhas operacionais ocorridas nas salas de controle das subestações elétricas mediante **relatórios de análise do desempenho humano na operação em tempo real**. Estes documentos constituem uma base de dados importante porque através deles é possível levantar as possíveis causas que possam ter gerado as falhas e tomar providências no sentido de se evitar que elas se repitam.

A estrutura dos relatórios de foi estabelecida pela empresa. Nestes documentos são detalhados os seguintes aspectos: descrição do evento, configuração do sistema, fatos e dados relevantes sobre o contexto. Nos relatórios há também um relato sobre a análise das tarefas, análise do desempenho humano, análise psicossocial, construção de um ou mais diagramas de árvore de causa e recomendações gerais para a correção das falhas.

Na empresa CHESF as falhas na operação do sistema são classificadas de acordo com suas causas, como segue no Quadro 4.

**Quadro 4: Classificação das falhas no sistema para a CHESF.**

FALHAS NA PROGRAMAÇÃO	FALHAS DO MATERIAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento inadequado dos recursos;</li> <li>• Deficiência de análise funcional;</li> <li>• Tempo inadequado para análise;</li> <li>• Ausência de coordenação de intervenção;</li> <li>• Descontinuidade;</li> <li>• Comunicação deficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instruções Técnicas / Normativas deficientes;</li> <li>• Desenhos desatualizados ou inexistentes;</li> <li>• Projeto inadequado;</li> <li>• Falta de sobressalentes;</li> </ul>
FALHAS DO EQUIPAMENTO	FALHAS DE EXECUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fadiga ou deterioração de componentes;</li> <li>• Instrumental deficiente (qualidade, calibração, manutenção);</li> <li>• Equipamento obsoleto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconhecimento de configuração;</li> <li>• Descumprimento de normativo;</li> <li>• Improvisação;</li> <li>• Falta de padronização;</li> <li>• Sinalização inadequada;</li> <li>• Falta de entrosamento e comunicação entre órgãos;</li> <li>• Tempo inadequado;</li> <li>• Ferramental inadequado.</li> </ul>
FALHAS DA MÃO DE OBRA	FALHAS NO MEIO-AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desatenção;</li> <li>• Imperícia;</li> <li>• Falta de capacidade técnica;</li> <li>• Falta de motivação (falta de incentivos, treinamento, salário);</li> <li>• Estresse (fadiga, pressão, apoio logístico, hora-extra, transporte);</li> <li>• Relacionamento deficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Influência de agentes físicos e químicos (chuva, umidade, ruído, poluição, insalubridade, climatização ambiental);</li> <li>• Espaço físico inadequado (leiaute);</li> <li>• Movimentação de terceiros;</li> <li>• Iluminação deficiente.</li> </ul>

Segundo o estudo feito por Lima (Lima, 2006) dos relatórios de falhas fornecidos pela CHESF, observa-se que no que se refere ao usuário o aspecto cognitivo (desatenção, estresse, cansaço, excesso de autoconfiança) está entre as principais causas das ocorrências. Seguido pelo descumprimento normativo, excesso de manobras e a falta de experiência e prática do operador. Com relação a equipamentos, os fatores identificados refletem problemas relacionados com a não conformidade com as normas técnicas, tais como: falta de padronização, erros de aferição, equipamentos obsoletos, painéis com mostradores inadequados e que podem causar transtornos ao executar manobras. Avaliando a adequação do ambiente de trabalho, são apontados problemas relacionados à falta de planejamento: no layout da sala de comando, na padronização e no normativo.

No Quadro 5, Lima (Lima, 2006) agrupa as principais causas de erros nas categorias Usuário, Tarefa e Ambiente.

**Quadro 5: Classificação dos atributos.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>ATRIBUTOS</b>
<b>USUÁRIO</b>	Desatenção, estresse e cansaço, excesso de autoconfiança, desobediência às normas, sobrecarga cognitiva (causada, por exemplo, pela diversidade de alarmes), etc.
<b>EQUIPAMENTOS</b>	Falhas de equipamentos, equipamentos sem proteção, equipamentos sem padronização, falta planejamento da manutenção preventiva, etc.
<b>AMBIENTE</b>	Inadequações no gerenciamento das cobranças ou de atitudes, falhas em procedimentos, treinamentos raros, instalações inadequadas, inexistência de um sistema de isolamento acústico de equipamentos, inexistência isolamento do ambiente a interferências externas (telefone, pessoas, etc.), iluminação deficiente, não há um ambiente de transição para minimizar o impacto da mudança de temperatura entre a sala de controle e o pátio.

## 4 PROPOSTA DE UM GUIA DE ESTILO CHESF

Atualmente, o projeto de interfaces voltadas à operação de subestações elétrica da CHESF é desenvolvido a partir do bom senso e da experiência dos projetistas. Entretanto, não existe um documento formal com regras de projeto ou recomendações técnicas baseadas em princípios ergonômicos.

Como descrita no capítulo 3, a configuração da interface gráfica do SAGE permite grande flexibilidade, podendo adaptar-se a diferentes filosofias e metodologias de projeto. Assim, a falta de uma referência empresarial com uma coletânea de orientações claras e padrões bem definidos, estabelecendo-se um estilo de projeto, contribui para o desenvolvimento de interfaces gráficas sem consistência interna e externa. Sendo que consistência interna refere-se aos elementos da interface de um mesmo sistema supervisor e consistência externa refere-se à consistência entre as interfaces de sistemas supervisórios operando nas diversas subestações da empresa.

Este problema já foi descrito em trabalhos anteriores do GIHM e está registrado nos relatórios de falha humana da própria CHESF. Assim, um guia de estilo para concepção de interfaces ergonômicas é hoje uma demanda real na empresa.

No anexo I, estamos propondo a estrutura de um guia de estilo de usabilidade para o desenho da interface com o usuário no contexto de uso da CHESF. Conforme está apresentado no anexo, este documento possui caráter preliminar, ou seja, trata-se de um meta-documento. Redigido de modo a permitir o acréscimo de novos itens às suas diferentes subseções.

A estrutura do guia de estilo foi concebida a partir do trabalho de (MOSIER, 1986), que propõe um grande número de diretrizes genéricas para o projeto de interfaces usuário-computador, abordando aspectos funcionais como entrada de dados, exibição dos dados, estruturas de controle, ajuda ao usuário, a transmissão de dados, e proteção de dados. E também o trabalho disponibilizado pelo Professor Clarindo Isaías Pádua do departamento do Departamento de Ciência da Computação, da Universidade Federal de Minas Gerais, em <http://homepages.dcc.ufmg.br/~clarindo/arquivos/disciplinas/eu/material/exemplos/geusw-exemplo-incompleto.pd>. O trabalho de Pádua propõe a formatação de um guia de estilo de usabilidade para o projeto de páginas *Web*.

A coletânea de diretrizes apresentadas foram redigidas a partir de recomendações da CHESF, das diretrizes de projetos sugeridas nos trabalhos de (MOSIER, 1986) e (Queiroz, 1994), e nas recomendações da norma (ISO 9241, 1998).

Para facilitar a consulta e a leitura das diretrizes no guia de estilo, a apresentação das mesmas segue um mesmo padrão, inspirado também no trabalho de (MOSIER, 1986). Em geral cada regra possui uma identificação, um título, uma descrição da regra, exemplos, contra-exemplos e comentários. O quadro 6 demonstra essa formatação das regras.

**Quadro 6: Formato das regras no guia de estilo**

Id. Regra; Título da regra
Descrição da regra
<i>Exemplo:</i>
<i>Comentário:</i>
<i>Contra-exemplo:</i>
<i>Comentário:</i>
<i>Veja também:</i>

Os *exemplos* se referem a boas práticas de projeto e os *contra-exemplos* se referem a situações e práticas que devem ser evitadas. Os *comentários* são relacionados às situações descritas nos *exemplos* e *contra-exemplos* anteriores a eles. E em *veja também* são referenciadas outras regras relacionadas à regra corrente, e que podem ser de interesse do leitor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se ter esclarecido com este estudo a relevância de um repositório de diretrizes e padrões organizacionais para a concepção de interfaces homem-máquina aplicadas a sistemas de supervisão e controle. Em particular, o trabalho de supervisão e controle de subestações elétricas exige do operador concentração, experiência, agilidade e autoconfiança. Portanto, o projeto IHM precisa possuir qualidades como padronização, clareza, consistência, legibilidade e funcionalidade. Alcançar essas características será mais fácil aos projetistas que puderem fazer uso de um guia de estilo.

Este trabalho apresentou o projeto básico de um guia de estilo para a concepção de interfaces de programas de supervisão e controle de subestações elétricas no contexto da CHESF. Este documento, da forma como está organizado, permite ser ampliado com a inclusão de novas diretrizes, e o detalhamento das subseções.

Entre as dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho destaca-se o acesso limitado a informações junto à empresa. Como consequência, uma limitação do trabalho é a quantidade de diretrizes contidas no guia de estilo, que deverá ser ampliado.

Além da continuidade do guia de estilo, sugere-se como trabalhos futuros a validação do documento junto à empresa, a revisão e certificação dos projetos de interfaces em uso nas subestações segundo o guia de estilo.

## 6 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G., AGUIAR, H., SILVEIRA, H., & FILHO, E. (2001). *Centros de Controle Abertos: A Experiência do SAGE na CHESF*. XVI SNPTEE, Campinas, São Paulo.

Falbo, R. d. (2005). *Engenharia de Software: Notas de Aula*. UFES - Universidade Federal do Espírito Santo.

ISO 9241. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*. Geneva.

LIHM. (s.d.). Acesso em 24 de Agosto de 2008, disponível em Portal do Laboratório de Interface Homem-Máquina: <http://www.lihm.paqtc.org.br/index.html>

Lima, Â. T. (2006). *Extração do Contexto de Trabalho para Concepção de Interfaces Ergonômicas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB.

MOSIER, J. N. (1986). *Guidelines for designing user interface software*. No. ESD-TR-86-278). MITRE.

Neto, J. A. (2004). *Modelagem da Interface Homem-Máquina de uma Subestação Elétrica*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB.

Pádua, C. I. (2008). *Exemplo de Estilo de Usabilidade*. Acesso em 31 de 10 de 2008, disponível em Site do Prof. Clarindo Isaías P. S. Pádua: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~clarindo/arquivos/disciplinas/eu/material/exemplos/geusw-exemplo-incompleto.pdf>

Pressman, R. S. (1995). *Engenharia de Software*. São Paulo: Makron Books.

Queiroz, J. E. (2001). *Abordagem híbrida para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário*. Tese de Doutorado, UFCG, Campina Grande, PB.

Queiroz, J. E. (1994). *Validação de uma Metodologia de Projeto de Interfaces Usuário-Computador*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB.

SAGE - Sistema Aberto de Supervisão e Controle. (n.d.). Retrieved Agosto 20, 2008, from Home Page Institucional: <http://www.sage.cepel.br/>

Santos, S. V., & Carmo, U. A. (2005). *REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO DA CHESF (PDAO) FACE NOVO MODELO DO SETOR ELÉTRICO E A EXPERIÊNCIA DA CHESF NA IMPLANTAÇÃO DO MESMO*. XI ERIAC, CIUDAD DEL ESTE, PARAGUAY.

Schaffer, E. M. (2004). *How to Develop an Effective GUI Standard*. Retrieved 10 28, 2008, from <http://www.humanfactors.com/downloads/guistandards.pdf>

Scherer, D. (2004). *Proposta de Suporte Computacional ao MCI*. Dissertação de mestrado em informática, UFCG, Campina Grande, PB.

Turnell, M. d. (2000). *Projeto de Interface Homem-Máquina*. Notas de Aula, UFCG, Campina Grande, PB.

## ANEXO I: GUIA DE ESTILO DE USABILIDADE DO SAGE



DIRETORIA DE OPERAÇÃO

Nº

XXXXXXXX

COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF

FOLHA:

1 de 19

GUIA DE ESTILO DE USABILIDADE DO SAGE

ÍNDICE DE REVISÕES

REV

DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS

0 Emissão Original. Para Informação.

**PRELIMINAR**

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA									
PROJETO									
EXECUÇÃO									
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO									

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA CHESF, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
1.1	OBJETIVO DO DOCUMENTO.....	4
1.2	AUDIÊNCIA DO DOCUMENTO .....	4
1.3	REFERÊNCIAS.....	4
1.4	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO .....	4
2	DEFINIÇÕES.....	5
3	DIRETRIZES GERAIS.....	6
3.1	DIRETRIZES DE USABILIDADE .....	6
3.1.1	MANTENHA A CONSISTÊNCIA.....	6
3.1.2	FORNEÇA REALIMENTAÇÃO INFORMATIVA .....	6
3.1.3	REDUZA CARGA DE MEMÓRIA DO USUÁRIO .....	7
3.1.4	PERMITA REVERSÃO DE AÇÕES.....	7
3.2	DIRETRIZES PARA O DESENHO DA INTERFACE .....	8
3.2.1	CORES.....	8
3.2.2	FUNDO.....	10
3.2.3	ÍCONES.....	10
3.2.4	FONTES.....	10
4	DIRETRIZES PARA O PROJETO DE TELAS NO SAGE.....	11
4.1	ESTRUTURAS DE CONTROLE .....	11
4.1.1	ESTRUTURAS DE CONTROLE: GERAL .....	11
4.1.2	PAINEL DE MENU .....	11
4.1.3	BARRA DE FERRAMENTAS.....	11
4.1.4	JANELAS.....	11
4.1.5	CAIXA DE MENSAGEM .....	11
4.2	MOSTRADORES DE DADOS .....	12
4.2.1	MOSTRADORES DE DADOS: GERAL .....	12
4.2.2	DIAGRAMAS UNIFILARES .....	12
4.2.3	GRÁFICOS.....	18

4.2.4	TABELAS.....	18
4.2.5	MOSTRADORES DE STATUS .....	18
4.2.6	MOSTRADORES DIGITAIS.....	18
4.2.7	MOSTRADORES ANALÓGICOS.....	18
4.2.8	LISTA DE ALARMES .....	18
4.3	ENTRADA DE DADOS .....	18
4.3.1	ENTRADA DE DADOS: GERAL .....	18
4.3.2	CAMPO DE DADOS .....	18
4.3.3	VALIDAÇÃO DOS DADOS.....	18
4.3.4	FONTES.....	18
4.3.5	TEXTOS .....	18
5	GLOSSÁRIO.....	19
6	BIBLIOGRAFIA.....	19

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 OBJETIVO DO DOCUMENTO

Este documento apresenta o Guia de Estilo de Usabilidade para o projeto de telas do SAGE – Sistema de Gerenciamento de Energia – no contexto de uso da CHESF. O Guia define padrões para o desenho da interface com o usuário na forma de diretrizes. O propósito é garantir a consistência do projeto IHM em todas as subestações da empresa, apoiar desenvolvimento ergonômico de interfaces e melhorar o desempenho e a satisfação dos operadores na interação com o sistema.

## 1.2 AUDIÊNCIA DO DOCUMENTO

Operadores de sistemas elétricos de potência, projetistas e avaliadores de interfaces gráficas do SAGE.

## 1.3 REFERÊNCIAS

ISO 9241. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*. Geneva.

MOSIER, J. N. (1986). *Guidelines for designing user interface software*. No. ESD-TR-86-278). MITRE.

Queiroz, J. E. (2001). *Abordagem híbrida para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário*. Tese de Doutorado, UFCG, Campina Grande, PB.

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, CEPEL. (2001). *SAGE - Guia de Configuração*. Rio de Janeiro.

CHESF. Regras Gerais para elaboração de tela unifilares do SAGE.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este documento está dividido nas seguintes partes:

1. **Introdução:** apresenta o contexto de uso do Guia de Estilo.
2. **Definições:** apresenta conceitos dos principais termos usados neste documento.

3. **Diretrizes gerais:** apresenta diretrizes de usabilidade e diretrizes que devem ser observadas no desenho da interface com o usuário.
4. **Diretrizes para o projeto de telas do SAGE:** apresenta as diretrizes e padrões específicos para o desenho da interface do SAGE.
5. **Glossário.**
6. **Bibliografia.**

## 2 DEFINIÇÕES

**Campo de dados:** uma área de exibição da tela reservada para a entrada de dados pelo usuário.

**Consistência:** refere-se à coerência na aplicação de regras de uso dos elementos da interface. Todos os elementos que possuam as mesmas funções devem apresentar as mesmas características gráficas e operacionais.

**Flexibilidade:** refere-se às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura dessa informação.

**Interatividade:** relaciona-se às interações do usuário que são um conjunto de operações ou atividades que o usuário põe em prática com os objetos de tal modo a alterar o ambiente.

**Interface:** refere-se a toda porção de um sistema computacional com a qual o usuário mantém contato e através dela interage com o sistema.

**Usabilidade:** medida em que um sistema interativo permite ao seu usuário, em um determinado contexto de operação, atingir seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação.

**Validação de dados:** verificação da entrada de dados quanto ao conteúdo ou o formato correto.

## 3 DIRETRIZES GERAIS

### 3.1 DIRETRIZES DE USABILIDADE

#### 3.1.1 MANTENHA A CONSISTÊNCIA

Padronizar a forma como a informação é apresentada ao usuário, terminologia e abreviações. Manter seqüências similares de ações na execução de tarefas semelhantes.

*Exemplo:* Na elaboração das telas deve haver uma padronização na nomenclatura das variáveis, buscando nomes auto-explicativos e ordenados.

*Comentário:* Recomenda-se que um dicionário de funções da linguagem adotada seja de fácil acesso ao usuário.

*Contra-Exemplo:* Considerando a necessidade de se comandar IED's diferentes apresentados em tela, alterando seu modo de operação, e exigindo-se do operador realizar ações diferentes como **“Duplo clique no ícone -> confirmar mudança de estado -> visualizar as variáveis alteradas”** para alguns deles e **“Único clique no ícone -> visualizar as variáveis alteradas”** para outros.

*Comentário:* A inconsistência ocasiona um aumento no tempo de resposta de atuação, falta de segurança do operador e causa frustração.

*Veja Também:* [3.2.1.1], [3.2.4.1].

#### 3.1.2 FORNEÇA REALIMENTAÇÃO INFORMATIVA

Possibilitar a realimentação contínua das ações executadas pelo sistema após cada solicitação do usuário. Apresentar os resultados o mais rapidamente possível na tela da interface evitando frustração e dúvida do usuário quanto ao sucesso da tarefa devido à espera.

Fornecer respostas simples para ações freqüentes ou de pouca importância e respostas mais complexas para ações críticas.

Seqüências de ações devem ser organizadas em grupos com princípio, meio, fim e realimentação do sistema. Transmitindo ao usuário o sentimento de conclusão e preparação para o próximo passo.

*Contra-Exemplo:* Em um centro de controle de uma subestação elétrica, o operador pode comandar a abertura e fechamento de chaves e disjuntores com um único clique via IHM. Entretanto, o status dos equipamentos (aberto/fechado) não é disponível na tela.

---

### 3.1.3 REDUZA CARGA DE MEMÓRIA DO USUÁRIO

Desenvolver mecanismos que reduzam a carga de trabalho mental do usuário. Estruturar as informações associadas aos diálogos de forma simples, clara e sempre acessível ao operador do sistema.

*Contra-Exemplo:* Não se deve forçar o usuário a memorizar uma lista de valores ou nomes para que possa reusá-los numa função subsequente.

*Exemplo:* Empregar listas de escolha e valores *default* para eliminar a necessidade de memorização e minimizar a possibilidade de erros de digitação.

---

### 3.1.4 PERMITA REVERSÃO DE AÇÕES

Desenvolver mecanismos, sempre que possível, que possibilitam o usuário recuperar-se de erros com o mínimo esforço, incluindo operações inversas para cada operação permitida.

Elabore um conjunto de mensagens de erro claras e objetivas, que auxiliem o usuário na correção de erros cometidos.

*Exemplo:* O sistema oferece a possibilidade de acessar objetos anteriormente excluídos e meios de edição da informação incorreta fornecida pelo usuário.

*Comentário:* Em situações onde a reversão da ação do usuário é não-trivial, ou mesmo impossível, é recomendável adverti-lo, informar sobre as conseqüências da ação e solicitar confirmação (“Você tem certeza?”).

## 3.2 DIRETRIZES PARA O DESENHO DA INTERFACE

### 3.2.1 CORES

As cores são definidas no arquivo de cores, SigPaleta.dat, e localizado no diretório indicado pelo nome lógico \$SIG\_CONFIG. É usado o padrão RGB (red-green-blue ou vermelho-verde-azul) e a intensidade de cada componente é indicada em porcentagem do valor máximo, ou seja, varia de 0 a 100.

#### 3.2.1.1 CONSISTÊNCIA NO USO DAS CORES

As telas deverão seguir o padrão de cores definido no arquivo de cores, sendo fortemente recomendado o uso de nomes de cores associados à sua aplicação, mantendo a consistência no uso das cores.

*Exemplo:* A tabela a seguir lista algumas das cores definidas no arquivo de cores:

Nome da Cor	Cor
COR_FUNDO_TELA	AZUL_STEEL_ESCURO
COR_UNID_MED	VERDE_ESCURO
COR_IDENTIFICADOR	BRANCO
COR_6.9kVca	LARANJA
COR_11kVca	PRETO
COR_13kVca	AMARELO
COR_34KV	AZUL
COR_69kVca	VERDE_ESCURO
COR_138kVca	PRETO
COR_230kVca	AZUL_CLARO
COR_500kVca	VERMELHO
COR_220Vca	BEGE
COR_380Vca	CINZA
COR_440Vca	MARROM
COR_125_250Vca	ROSA
COR_OUTROS_NIVEIS	ABOBORA

*Veja Também:* [3.1.1], [4.2.2.1].

### 3.2.1.2 PREVINHA ERROS NA CONFIGURAÇÃO DAS CORES

A utilização nas telas de nomes de cores definidos no sistema X Window, apesar de possível, não é recomendado por ser potencial fonte de problemas de portabilidade.

O arquivo de cores pode ser modificado e as mudanças serão automaticamente refletidas em todas as telas. Desde que, a aplicação das cores estejam coerentes com seus nomes.

*Exemplo:* Caso seja utilizada COR\_FUNDO\_TELA para a definição da cor de fundo das telas (e somente para isso), bastará alterar a linha correspondente no arquivo de cores para atualizar todas as telas.

*Veja Também:* [3.2.4.3].

### 3.2.1.3 CORES PISCANTES

A maioria dos objetos do Visor de Telas do SAGE permite a utilização de cores piscantes. Neste caso, os objetos apresentados com esta cor serão ocultados durante o curto tempo de piscamento. Opcionalmente, pode-se definir uma segunda cor para apresentar os objetos durante esse tempo.

Deve-se usar moderadamente este recurso em objetos gráficos, e jamais em informações alfa-numéricas.

### 3.2.1.4 CODIFICAÇÃO DE MUDANÇAS DE ESTADO ATRAVÉS DE CORES

Empregar variações cromáticas para indicar mudanças de estado de variáveis ou objetos no domínio da interface.

*Exemplo:* A figura a seguir ilustra este recurso:



Descrição	Manual	Início	Fim	Forç
Ponto de cálculo dinâmico 010	NORMAL	VERDE	NAO	SIM
Ponto de cálculo dinâmico 011	AMARELO	VERDE	NAO	NAO
Ponto de cálculo dinâmico 012	AMARELO	VERDE	NAO	SIM

*Veja Também:* [3.1.2].

---

### 3.2.2 FUNDO

---

### 3.2.3 ÍCONES

---

### 3.2.4 FONTES

O sistema de interface gráfica do SAGE permite flexibilidade no uso de fontes de caracteres. Existem três tipos básicos de fontes:

- Fontes fixos do sistema X Window - fontes horizontais comuns, disponíveis em todas as versões do X Window.
- Fontes escaláveis do sistema X Window - fontes horizontais cujo tamanho pode variar em função do nível de zoom da tela gráfica. Disponíveis a partir da versão X11R5 do sistema X Window.
- Fontes vetoriais - além de serem escaláveis, essas fontes podem ser usados para escrever textos em qualquer ângulo. Não fazem parte do sistema X Window, são fornecidos junto com o SAGE.

A correspondência entre os nomes padronizados dos fontes, usados pelas telas, e os fontes disponíveis nas diferentes plataformas, onde a interface gráfica será apresentada, é feita pelo *arquivo de fontes*, cujo respectivo diretório é indicado pelo nome lógico \$SIG\_FONTES.

---

#### 3.2.4.1 CONCISTÊNCIA NO USO DE FONTES

Recomenda-se que os nomes padronizados dos fontes, usados nas telas, sejam associadas à sua respectiva utilização. Dessa forma, ao efetuar a substituição de um determinado fonte, a mudança será feita somente em uma linha do arquivo de fontes, sem a necessidade de editar qualquer tela.

*Exemplo:* Os fontes “Fnt\_ValorMedido”, “Fnt\_Titulo” e “Fnt\_Status” utilizados de forma coerente com seus nomes.

*Veja Também:* [3.1.1].

### 3.2.4.2 LEGIBILIDADE DE FONTES

Em geral, os fontes do sistema X Window são mais legíveis que os vetoriais e devem sempre ser usados para apresentar valores numéricos. Evitar apresentar textos inclinados.

### 3.2.4.3 PREVINA ERROS NA CONFIGURAÇÃO DE FONTES

É preciso identificar os fontes disponíveis na instalação, algumas máquinas podem não ter o mesmo conjunto de fontes. Certifique-se que o subconjunto de fontes do projeto da interface estará presente em todas as máquinas.

*Contra-Exemplo:* Evitar a definição de diferentes arquivos fontes, a serem usados nas diferentes configurações, numa tentativa de solucionar o problema de portabilidade.

*Veja Também:* [3.2.1.2].

## 4 DIRETRIZES PARA O PROJETO DE TELAS NO SAGE

### 4.1 ESTRUTURAS DE CONTROLE

#### 4.1.1 ESTRUTURAS DE CONTROLE: GERAL

#### 4.1.2 PAINEL DE MENU

#### 4.1.3 BARRA DE FERRAMENTAS

#### 4.1.4 JANELAS

#### 4.1.5 CAIXA DE MENSAGEM

## 4.2 MOSTRADORES DE DADOS

### 4.2.1 MOSTRADORES DE DADOS: GERAL

### 4.2.2 DIAGRAMAS UNIFILARES

#### 4.2.2.1 CODIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO A PARTIR DA VARIAÇÃO DE COR

Considerar as mesmas regras de codificação em todos os objetos da tela. A variação de cor estabelece níveis diferentes de tensões de operação de linhas de transmissão e equipamentos.

*Exemplo:* A tabela a seguir indica a relação entre cores e tensão de operação do sistema.

Cor	Tensão
Laranja	6.9kV
Preto	11kV
Amarelo	13.8kV
Azul	34kV
Verde escuro	69kV
Preto	138kV
Azul claro	230kV
Vermelho	500kV
Bege	220Va
Cinza	380V
Marrom	440V
Rosa	125/250V
Abobora	OUTROS

*Veja Também:* [3.1.1], [3.2.1.1].

#### 4.2.2.2 CODIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO A PARTIR DA VARIAÇÃO DE TAMANHO

Empregar o atributo tamanho para diferenciação de itens diversos envolvidos no projeto de telas, ou para realçar contextos e níveis de informação distintos.

- Utilize a espessura “6” para os barramentos;
- Utilize a espessura “2” para as linhas e demais objetos na tela.

Exemplo: A figura a seguir ilustra a espessura de barramentos e linhas de transmissão.



#### 4.2.2.3 CODIFICAÇÃO ALFA-NUMÉRICA

A identificação com o código operacional dos objetos na tela unifilar deverá seguir as seguintes regras:

- **Linhas de Transmissão (LT's)**

- Nas linhas verticais, o código operacional e a sigla da subestação de destino deverão ficar acima ou abaixo da seta conforme a disposição do bay. Nas linhas horizontais, o código operacional e a sigla da subestação de destino deverão ficar à direita ou à esquerda conforme a disposição do bay.
- As saídas de linhas para concessionárias, no lugar da sigla, serão usados os nomes das SE das concessionárias/cidades/bairros envolvidos.
- Os códigos operacionais das LT's deverão estar na cor BRANCA, exceto as linhas de alto risco que deverão estar na cor VERMELHA. Utilize a fonte FONTE\_IDENT\_2.

Exemplo:

Nas figuras a seguir são ilustradas as recomendações para identificação das LT's:

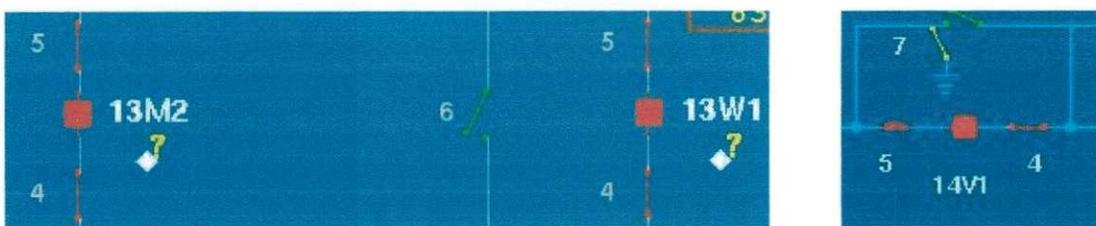


- **Disjuntores**

- A depender da disposição do disjuntor, o código operacional ficará à esquerda ou abaixo do mesmo na cor BRANCA e fonte FONTE\_IDENT\_3.
- Quando houver telecomando, o mesmo ficará imediatamente abaixo do Código Operacional.

*Exemplo:*

Nas figuras a seguir são ilustradas as recomendações para identificação dos disjuntores:

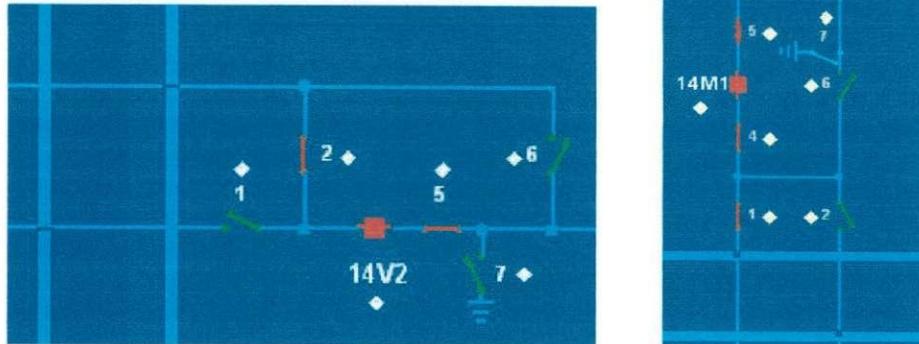


- **Chaves Seccionadoras**

- Serão identificadas apenas com o último dígito, desde que não acarrete dúvidas, nesse caso, serão representados tantos dígitos quanto forem necessários à sua identificação.
- As identificações das chaves deverão ficar no interior do bay, junto às mesmas, na cor BRANCA e fonte FONTE\_IDENT\_4.
- Quando houver telecomando, o mesmo ficará imediatamente após a identificação da chave.

*Exemplo:*

As figuras a seguir ilustram o cumprimento das recomendações citadas acima.



*Contra-Exemplo:*

Como existem tipicamente muitas chaves seccionadoras na tela unifilar com telecomando, o mesmo não deverá estar afastado da chave o suficiente para gerar dúvidas e induzir o operador ao erro.

• **Outros equipamentos**

- O código operacional deverá ficar imediatamente à esquerda ou abaixo do equipamento dependendo do arranjo da subestação.
- O código operacional deverá estar na cor BRANCA e fonte FONTE\_IDENT\_2.

*Exemplo:* As figuras a seguir ilustram alguns desses outros equipamentos:



4.2.2.4 POTÊNCIA NOMINAL DOS EQUIPAMENTOS

Próximo ao código operacional dos Transformadores, Reatores (RT's), Banco de Capacitores (BC's), Compensadores Síncrono e Estático (CS's e CE's), deverão aparecer o valor da potência nominal em MVA (Transformadores) e MVAR (RT's, BC's, CS's e CE's), sendo que no

caso de CS's e CE's deverão constar o limite inferior e superior de operação, todos na cor BRANCA e fonte FONTE\_STATUS.

*Exemplo:*



#### 4.2.2.5 APRESENTAÇÃO DE MEDIDAS ANALÓGICAS

As medidas analógicas serão na fonte FONTE\_MEDIDA, e as suas respectivas unidades serão na cor COR\_UNID\_MED e fonte FONTE\_UNID\_MED.

- **Freqüência**
  - Deverá ser apresentada com duas casas decimais seguida da unidade Hz.
- **Tensão**
  - Para os níveis até 69 kV, será apresentada com 1 casa decimal, e as demais só a parte inteira.
  - Quando houver medição da tensão entre fases (AB, BC e CA), será apresentada apenas a tensão entre as fases B e C seguida da unidade kV.
  - Quando houver medição uma fase e o neutro (AN, BN e CN), será apresentada apenas a tensão entre a fase B e o neutro seguida da unidade kV.
  - As demais informações serão apresentadas na Tela Tabular da subestação.

*Exemplos:*

As figuras a seguir demonstram a apresentação correta dessas medidas.



- **Corrente**

- Deverá ser apresentada sem casa decimal seguida da unidade **A**.
- Quando houver medições nas fases A, B e C, será apresentada apenas a medida na fase B.
- As demais informações serão apresentadas na Tela Tabular da subestação.

- **Potência Ativa e Reativa**

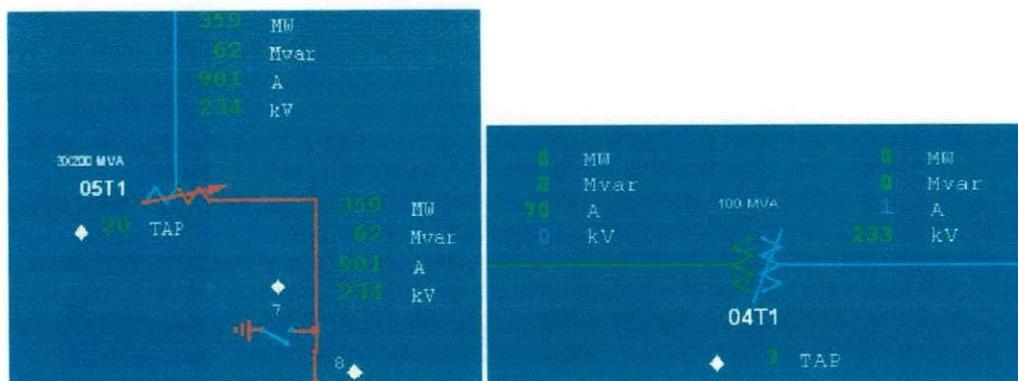
- Para os níveis até 69 kV, serão apresentadas com duas casas decimais, e as demais só a parte inteira.
- Deverão ser seguidas das unidades MW ou MVAR.

- **Ordem das Medidas**

- Quando houver várias medidas associadas a um mesmo equipamento, estas deverão ser apresentadas na seguinte ordem: Potência Ativa (MW), Potência Reativa (MVAR), Corrente (A), Tensão (kV), Freqüência (Hz).

*Exemplos:*

As figuras a seguir ilustram as regras citadas para apresentação de medidas analógicas nas Telas Unifilares.



---

4.2.3 GRÁFICOS

---

4.2.4 TABELAS

---

4.2.5 MOSTRADORES DE STATUS

---

4.2.6 MOSTRADORES DIGITAIS

---

4.2.7 MOSTRADORES ANALÓGICOS

---

4.2.8 LISTA DE ALARMES

---

**4.3 ENTRADA DE DADOS**

---

4.3.1 ENTRADA DE DADOS: GERAL

---

4.3.2 CAMPO DE DADOS

---

4.3.3 VALIDAÇÃO DOS DADOS

---

4.3.4 FONTES

---

4.3.5 TEXTOS

## 5 GLOSSÁRIO

## 6 BIBLIOGRAFIA