



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

GMI - 28  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO XII  
GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS - GMI**

**MELHORIA DA OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE COM A ADOÇÃO DE BANCO DE DADOS  
HISTÓRICO CONFIÁVEIS**

**Solange N. Nen Tibúrcio \***

**Marcos Antônio Valentim**

**CHESF**

**CHESF**

**RESUMO**

Com a implantação de Sistemas Digitais de comando e controle nas usinas hidrelétricas da Chesf, podem-se obter melhorias na segurança operacional de suas instalações. Será mostrado o projeto implantado na UHE Apolônio Sales para digitalização do comando e controle das quatro unidades geradoras de 100 MW cada. O enfoque será dado neste trabalho ao benefício obtido com a criação de banco de dados históricos no tocante ao planejamento da manutenção abordando a integração dos recursos de operação com manutenção, o que não seria possível sem a digitalização do seu comando e controle com Sistema Digital.

**PALAVRAS-CHAVE**

Digitalização, Integração, Automação, Banco de Dados.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Devido ao longo tempo de operação de algumas usinas, a conseqüente obsolescência de seus sistemas de medição, comando, controle e supervisão, a dificuldade crescente de obtenção no mercado de sobressalentes, a ocorrência de alguns problemas específicos e a necessidade de preservar a segurança operacional de suas instalações, sempre existe a recomendação para modernização dos sistemas quando estes fatores estão presentes. A Empresa identificou a necessidade de se tratar estas questões através de um Plano Diretor para estabelecer as metas e diretrizes no tocante à automação operacional.

Foi então elaborado o Plano Diretor de Automação da Operação – PDAO onde foram definidas algumas premissas para digitalização de nosso parque de Geração e Transmissão.

Através da implantação do Sistema Digital pode-se tirar proveito da criação de banco de dados históricos no sistema supervisorio para a integração dos dados de controle das unidades geradoras com o monitoramento de grandezas do processo, tais como pressão, nível, temperatura e vazão. Aliado a isto, também existem vários sistemas de monitoramento de diferentes fabricantes e tecnologias em diversas usinas.

De forma mais abrangente a CHESF reformulou seus objetivos e partiu, em parceria num projeto com o CEPEL, para integração dos dados de todas as instalações para formação de uma única base central de dados histórica para melhor planejamento dos recursos da engenharia, de manutenção e operação.

**2.0 - PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO DA OPERAÇÃO**

Para elaborar o planejamento das ações de modernização foi concebido em 1995 um Plano Diretor de Automação

da Operação – PDAO onde foram definidas premissas para digitalização do nosso parque de Geração e Transmissão. Este plano sofre atualização anualmente e tem também como rotina estabelecida a elaboração de Planejamento Executivo, constando todas as ações previstas para todos os setores da empresa, seja de operação, manutenção e engenharia com visão de 3 (três) anos.

Entre estas premissas, uma era tirar proveito das novas tecnologias existentes no mercado, particularmente quanto à integração do sistema digital de comando e controle das unidades geradoras com o monitoramento de grandezas do processo.

### 3.0 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DA UHE APOLÔNIO SALES

O primeiro passo se deu com a implantação de Sistema Digital de Comando e Controle da Usina Apolônio Sales, onde se pode tirar proveito da criação de banco de dados históricos no sistema supervisorio para a integração dos dados de controle das unidades geradoras com o monitoramento de grandezas do processo, tais como pressão, nível, temperatura e vazão.

Com isto objetivou-se a obtenção de um salto de qualidade no manuseio de informações do processo de sorte a favorecer aspectos ligados a manutenção e a integridade física da instalação na medida em que, independente da ação do homem, é possível a criação de bancos de dados históricos extremamente valiosos, que não era possível com as tecnologias analógicas até então utilizadas.

O sistema permite, de forma amigável, o acesso a informações que não eram antes disponíveis, além de ter trazido uma grande atualização tecnológica para o corpo funcional da empresa.

Este projeto foi implantado na Chesf pioneiramente na UHE Apolônio Sales a partir do ano 2000, tendo sido finalizado em meados de 2003. Trata-se de quatro unidades Kaplan de 100 MW cada, com mais de 20 anos de operação. Estas unidades estão submetidas ao processo de expansão do concreto cujas repercussões, por si só, justificavam um tratamento especial das grandezas do processo, particularmente aquelas que afetam a segurança operacional da instalação.

Apresenta-se abaixo na Figura 1 o diagrama da arquitetura do sistema instalado.

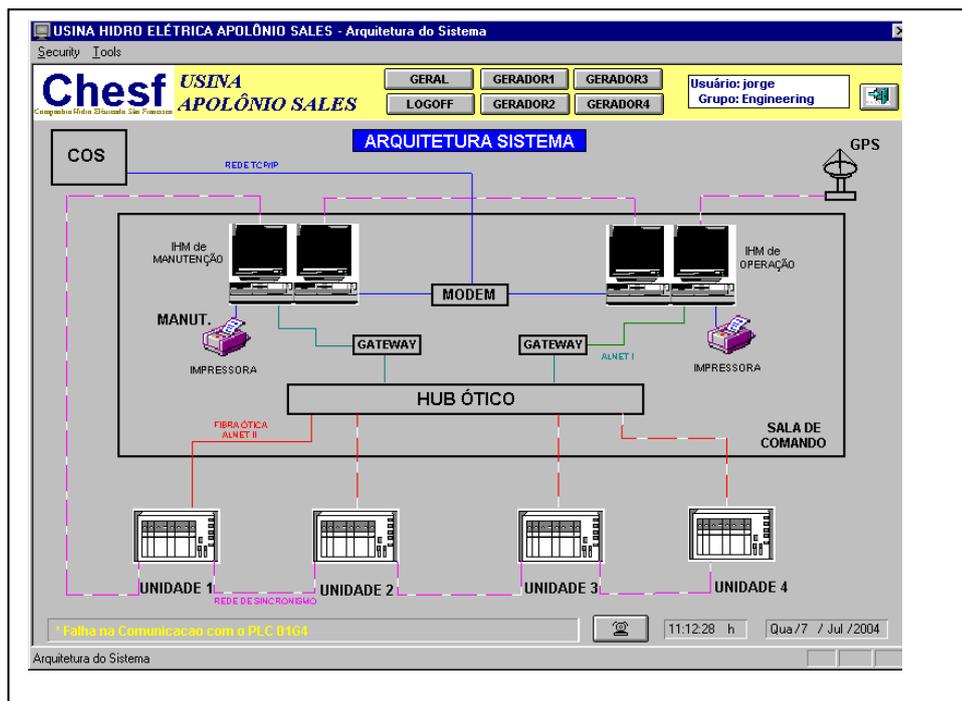


FIGURA 1

O sistema é composto basicamente por três níveis hierárquicos:

- ❖ Nível 2 - interface com o processo;
- ❖ Nível 1 – Interface com a máquina
- ❖ Nível 0 – Nível de campo

O nível 2 é compreendido por duas IHM's remotas, cada uma com dois monitores de 20", contemplando todas as quatro unidades geradoras cobrindo as funções de operação e manutenção do sistema. As estações de trabalho do sistema supervisorio da usina utilizam o software de supervisão Indusoft.

No nível 1 encontram-se os PLC's, um para cada unidade geradora. Adicionalmente existem IHMs locais, também uma por máquina, onde está implementado o mesmo software supervisorio da sala de comando central. Isto traz uma enorme flexibilidade operacional na medida em que, têm-se plenas condições de operar a máquina no nível local contando-se com todas as facilidades antes só disponíveis na sala de comando central.

Os PLC's são de fabricação ALTUS e se comunicam com o sistema supervisorio através de cabos de fibra ótica. Existe um módulo Gerador de Sincronismo para GPS que permite a distribuição dos sinais de tempo e sincronismo de um receptor GPS para os vários CLP's e para as estações de trabalho através de uma rede de sincronismo.

No nível 0 ou nível de campo encontram-se instalados os transdutores/transmissores e seus condicionadores.

Em toda a filosofia de padronização e configuração de telas foi utilizado o padrão Chesf. Hoje dispomos de corpo técnico altamente treinado e capacitado para desenvolver tarefas de atualização e desenvolvimento de novos aplicativos no sistema.

Na Figura 2 abaixo está mostrada a sala de comando antiga da usina e na Figura 3 é apresentada a nova sala de comando mostrando toda a eficientização trazida com a modernização do sistema da usina.



FIGURA 2



FIGURA 3

Não resta dúvida que com a operação deste sistema, obtivemos melhoria dos índices de disponibilidade e confiabilidade, bem como foi fundamental sua relevância para a engenharia e manutenção no tocante ao manuseio das informações geradas.

#### 4.0 - INTEGRAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS DE VÁRIAS USINAS

De forma semelhante existe várias outras instalações contendo sistemas digitais de comando e controle, como também instalações com sistemas de supervisão instalados.

O objetivo principal era agora, diante de um cenário bastante diversificado com dados espalhados em várias redes industriais em usinas diferentes, criar um ambiente onde se pudesse centralizar os dados para melhor utilização dos mesmos.

Cada usina tinha seus dados instalados para atender necessidades (medições) pontuais, não apresentando portanto, uma padronização dos dados coletados e armazenados. A partir daí foi necessário um estudo e criação de uma metodologia para a padronização e centralização dos dados, sendo em seguida concebido o modelo de estrutura dos dados da base consolidada, que contém os dados das diversas usinas para consulta dos usuários finais através da interface com o sistema.

#### 5.0 - INSTALAÇÕES CONTEMPLADAS NO PROJETO DE UNIFICAÇÃO DE BANCOS DE DADOS

Para serem contempladas no projeto, foram selecionadas aquelas usinas que possuíssem sistemas de supervisão que fornecessem dados já digitalizados, além daquelas onde houvesse sistema de monitoração instalado. Dessa forma foram contempladas as seguintes plantas:

UHE Sobradinho:

- Sistema Supervisório: Hytronic

2- UHE Apolônio Sales (Moxotó):

- Sistema Supervisório: ALTUS
- Sistema de Monitoramento: VibrosystM

3- UHE Paulo Afonso III

- Sistema de Monitoramento: VibrosystM

4- UHE Xingó:

- Sistema Supervisório: SIEMENS
- Sistema de Monitoramento: VibrosystM

Para cada uma das instalações acima, foi feito um levantamento prévio dos sinais medidos em cada uma por cada sistema (supervisão / monitoramento), de forma a se fazer uma seleção daqueles sinais mais indicados para a futura análise da Engenharia de Manutenção através do sistema que seria desenvolvido.

Foram selecionados, portanto, as medições daquelas grandezas de supervisão que, em conjunto com as medições de monitoração existentes, fornecessem subsídios reais ao acompanhamento integrado das unidades geradoras.

#### 6.0 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE DADOS PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Após o levantamento inicial acerca das grandezas monitoradas em cada usina, conforme descrito anteriormente, foi levantado o modelo da estrutura de dados de cada sistema isoladamente, de forma a permitir o acesso à leitura dos dados gravados.

Em seguida foi concebido o modelo de dados da base consolidada, que conteria os dados das diversas usinas, armazenados de forma padronizada para consulta dos usuários finais através da interface do sistema.

O sistema consiste de três componentes básicos:

- O módulo integrador dos dados das diversas usinas
- A base de dados consolidada, residente na sede da Chesf
- A interface do usuário final baseada em servidores Web (Internet)

A figura 4 abaixo apresenta, em linhas gerais, a concepção do sistema.

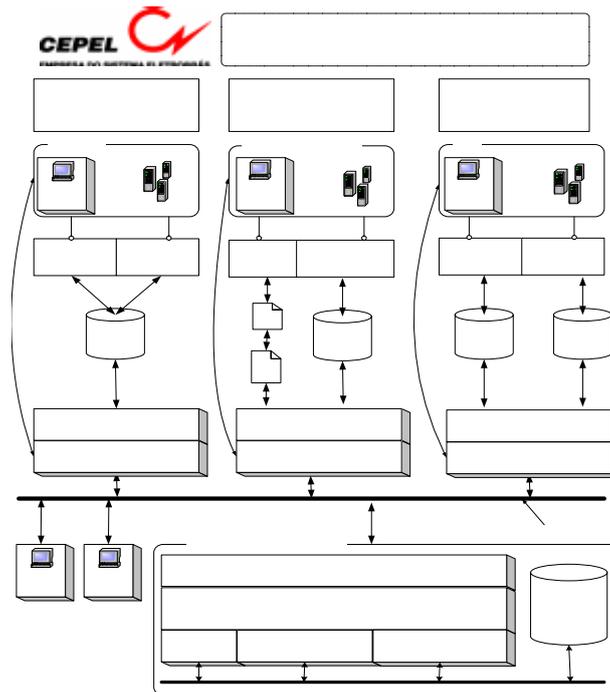


FIGURA 4 – Concepção do Sistema

#### 6.1 – Módulo Integrador das Bases de Dados

Para atender ao objetivo de se criar uma Base de Dados Consolidada residente na sede da Chesf contendo os dados coletados das usinas envolvidas no projeto, tornou-se necessário se criar suporte computacional para a coleta e manipulação dos dados envolvidos, assim como para a transmissão e posterior armazenamento na referida base unificada.

Como os dados de Supervisão e Monitoração estão contidos nas Bases de Dados particulares às soluções encontradas para cada usina envolvida e estes não estão inter-relacionados, o que dificulta uma eventual análise operacional unificada, tornou-se necessária a criação de um mecanismo que evitasse tratar a coleta de dados de forma particular, criando aumento de esforço e custo de desenvolvimento. A solução adotada foi a de se criar uma camada de abstração onde o armazenamento na Base de Dados final fosse feito de forma normalizada e a coleta fosse especializada e depois tratada para uma forma padrão, conforme mostra a Figura 5.

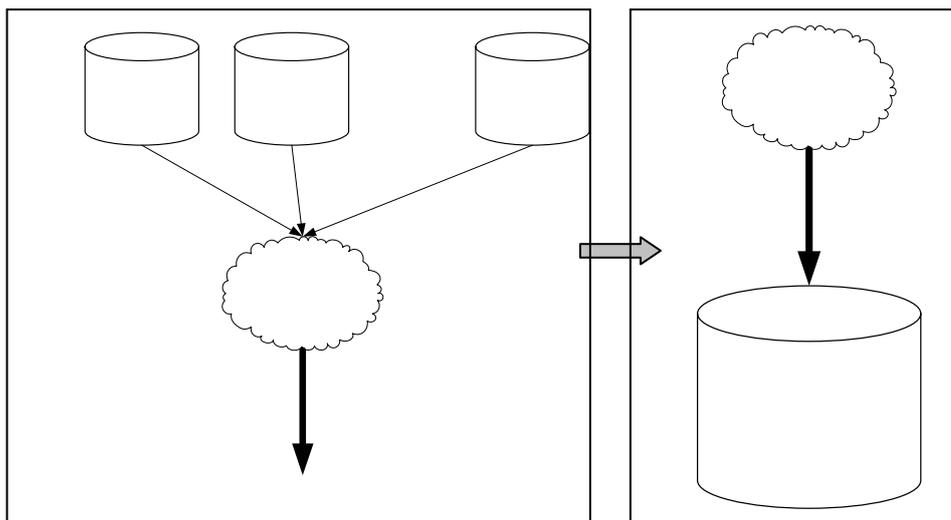


FIGURA 5 – Esquema de coleta e normalização dos dados para armazenamento na base consolidada

O Desenvolvimento da solução consistiu de quatro etapas distintas envolvendo a Aquisição dos Dados, Transmissão dos Dados, Integração dos Dados em um Fluxo de Coleta e posterior armazenamento em uma Base de Dados Consolidada:

- 1) Aquisição dos Dados: Adaptadores customizados para cada base de dados, instanciados em cada Usina. Cada adaptador estará definido para leitura dos dados nos formatos particulares das bases envolvidas;
- 2) Transmissão dos Dados: Camada de comunicação entre os adaptadores e o Sistema de Integração; Cada adaptador irá fornecer informações para a o Sistema de Integração em um formato normalizado para posterior armazenamento na base Consolidada;
- 3) Sistema de Integração: Sistema cujo processo consiste no controle de fluxo de coleta de dados das Bases de Dados das Usinas para futuro armazenamento na base Consolidada; Todo o fluxo de dados é feito de uma forma normalizada (os adaptadores fazem a conversão do modelo de dados particular da Usina para um modelo normal usado pela base Consolidada);
- 4) Armazenamento na Base de Dados Consolidada: Após o fluxo de coleta de dados na forma normal das Usinas envolvidas as informações são armazenadas na Base de Dados Consolidada, contendo todos os dados relacionados;

## 6.2 – Banco de Dados Consolidado

Conforme mencionado anteriormente, foi feito primeiramente o mapeamento dos pontos de medição das diversas usinas, para a posterior modelagem da estrutura do banco consolidado. A Figura 6 apresenta uma idéia desse levantamento.

Para o armazenamento dos dados de forma padronizada, foi elaborada modelagem lógica e física de forma a atender os requisitos do sistema.

Esta base ficará residente em um servidor de banco de dados Oracle na sede da Chesf em Recife, e poderá ser acessada por qualquer cliente através da interface.

	Sensor	Altus [txt]	Hytronic [access]	Siemens [oracle]
Temperaturas	Temp. Mancal Guia Superior	Linha 1 Coluna 2		
	Temp. Mancal Guia Intermediário	Linha 1 Coluna 3		
	Temp. Mancal Inferior	Linha 1 Coluna 4		
	Temp. Mancal Escora	Linha 1 Coluna 5		
	Temp. Óleo Mancal Guia Superior	Linha 1 Coluna 6		
	Temp. Óleo do Mancal Escora	Linha 1 Coluna 7		
	Temp. Óleo do Cabeçote	Linha 1 Coluna 8		
	Temp. Ent. Água Refrig.	Linha 1 Coluna 9		
	Temp. Saída Água Refrig.	Linha 1 Coluna 10		
	Temp. Ar Quente	Linha 1 Coluna 11		
	Temp. Ar Frio	Linha 1 Coluna 12		
	Temp. do Rotor	Linha 1 Coluna 13		
Pressões	Pressão na Caixa Espiral	Linha 2 Coluna 2	Tabela HORA Coluna P131	
	Pressão na Sucção	Linha 2 Coluna 3	Tabela HORA Coluna P132	
	Pressão Tampa da Turbina Inferior	Linha 2 Coluna 4	Tabela HORA Coluna P133	
	Pressão Tampa da Turbina Superior	Linha 2 Coluna 5	Tabela HORA Coluna P134	
	Pressão Ent. do Trocador Calor	Linha 2 Coluna 6	Tabela HORA Coluna P135	
	Pressão do Balão de Ar+Óleo	Linha 2 Coluna 7		
	Pressão do Distribuidor	Linha 2 Coluna 8		
	Pressão Sist. de Frenagem	Linha 2 Coluna 9	Tabela HORA Coluna P157	
	Pressão Macacos de Frenagem	Linha 2 Coluna 10		
	Pressão do Comp. Disj.	Linha 2 Coluna 11		
	Pressão na Linha Disj.	Linha 2 Coluna 12		
	Pressão Inj. Óleo do Mancal Escora	Linha 2 Coluna 13		

FIGURA 6 – Detalhe do Levantamento dos Dados das Diversas Usinas

### 6.3 – Interface do Usuário

Como mencionado anteriormente, de forma a atender à tendência atual de apresentação e tratamento da informação, decidiu-se por criar um Portal Web para a visualização e análise integrada dos dados das diversas usinas, que estarão armazenados na Base de Dados Consolidada, contendo este Portal as diversas funcionalidades necessárias à análise no âmbito da Engenharia de Manutenção.

Esta solução foi adotada, pois os fundamentos tecnológicos que estão por traz dos Portais são os mesmos que desenvolveram a Internet de forma tão rápida. Tratam-se de tecnologias de rede TCP/IP, roteadores, criptografia assimétrica, *engines* de pesquisa *full-text*, protocolos e tecnologias de mensagens. Desta forma estas tecnologias já são consideradas maduras e estão se espalhando rapidamente pelas empresas.

Este módulo foi desenvolvido utilizando linguagem de programação Java integrada com XML.

A Figura 7 apresenta o estágio atual de desenvolvimento da interface do usuário.

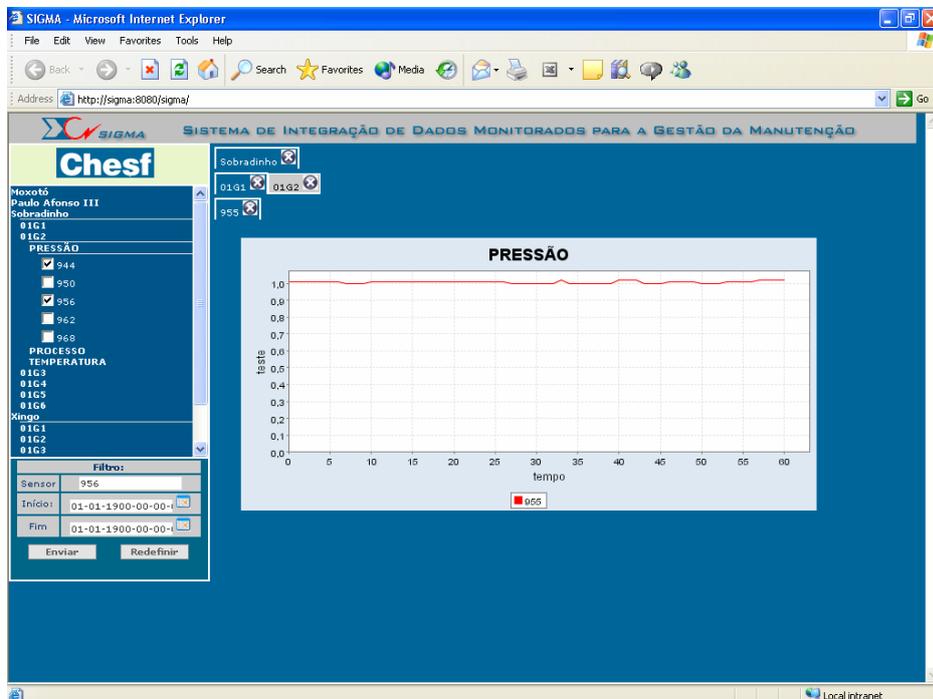


FIGURA 7 – Interface do Usuário

### 7.0 - PORTAL PARA VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

O sistema disponibilizará um banco de dados histórico para manuseio da engenharia de manutenção e operação. Este banco de dados será extremamente valioso, pois registrará um elevado número de grandezas que podem ser facilmente selecionadas para análise e supervisão.

Adicionalmente a este recurso é possível também à execução de gráficos de tendências e vários relatórios utilizando estas grandezas que estarão disponíveis no sistema.

Todas estas informações serão disponibilizadas em um Portal. São informações técnicas que devem ser corretamente consolidadas para demonstrar o comportamento das unidades geradoras e, possivelmente, dos outros equipamentos implantados nas usinas. Medições como temperatura, pressão, vibração, etc., colhidas de forma contínua no decorrer do tempo e apresentadas e tratadas eficientemente permitirão uma visibilidade maior sobre todo o processo operacional das unidades geradoras, o que permitirá uma tomada de decisão mais

embasada por parte dos gestores, que serão os principais clientes do portal.

## 8.0 - CONCLUSÃO

A experiência adquirida com a instalação dos sistemas digitais nos trouxe uma certeza de que podemos obter melhoria dos índices de disponibilidade e confiabilidade das instalações, disponibilizando banco de dados extremamente valiosos das grandezas monitoradas pelos sistemas. Uma vez tendo-se várias instalações disponibilizando seus bancos de dados, tornou-se importante a integração dos mesmos para facilitar o planejamento da engenharia de manutenção e operação.

Para integração é importante recomendar o cuidado com o envolvimento de todas as áreas envolvidas nos diversos processos. Cuidados especiais foram tomados para garantir a segurança dos dados, o que nos levou a rigorosos padrões de segurança. O cenário contemplava redes industriais isoladas bastante seguras e passou a se ter uma integração dos dados numa base central consolidada, que possibilita consulta e análise integrada dos dados de forma a dar subsídios à Engenharia de Manutenção no que diz respeito à tomada de decisão.

É importante ressaltar que para a construção da base de dados consolidada não há nenhuma etapa de coleta manual dos dados, que, em última análise, são todos obtidos diretamente da instrumentação sem interferência humana. Isto se traduz em inteira confiabilidade dos dados armazenados.

## 9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CHESF - Especificação Técnica ET-DEEM 005/2002 para Modernização de Sistema de Comando e Controle do Complexo Paulo Afonso
- (2) Manual de Operação e Manutenção do Sistema Digital da Usina Apolônio Sales
- (3) Tibúrcio, S. Rocha, R. Valentim, M. A Gestão de Dados de Monitoramento para a Engenharia de Manutenção – Sistema SIGMA; II ENAM - 2004
- (4) PDAO – Plano Diretor de Automação da Operação, Planejamento Executivo
- (5) Especificação Técnica CHESF para Segurança de Rede