



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

GPD - 30  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO XV  
GRUPO DE ESTUDO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - GPD**

**INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM TEMPO REAL DE SISTEMAS ELÉTRICOS ÀS FUNÇÕES DE GESTÃO DO CONHECIMENTO DAS EMPRESAS DE ENERGIA ELÉTRICA: A EXPERIÊNCIA DA CHESF**

**Iony Patriota de Siqueira \***

**COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO**

**RESUMO**

Este informe descreve as experiências e iniciativas da CHESF na implementação de um modelo de integração de informações operacionais com as áreas de gestão empresarial, com ênfase na preservação e universalização do conhecimento. O modelo é baseado em uma visão hierárquica das necessidades informacionais e de conhecimento, da operação e gestão do sistema elétrico, utilizando portais corporativos, middleware, workflow de informação, e outras formas de divulgação das informações em tempo real. Descreve-se a criação de um Centro de Informações em Tempo Real, para coordenação da disponibilização dos dados entre os diversos sistemas atendidos. O processo de desenvolvimento inclui a implantação de novas versões de sistemas informatizados de gestão de recursos físicos, humanos e financeiros, e a implementação de um Sistema de Informações Executivas para a gestão superior da empresa. A interligação destes sistemas exige o estabelecimento de padrões de comunicação para integração dos diversos níveis de informação, operacional, gerencial e estratégico, como resultados de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em andamento.

**PALAVRAS-CHAVE**

Gestão do Conhecimento, Arquiteturas de Integração, Informações em Tempo-Real.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A desregulamentação do setor elétrico no Brasil introduziu novos desafios à gestão das empresas de energia. A necessidade de competir em mercados abertos, e de operar em sintonia com outros agentes exige o acesso a muitas informações operacionais, em parte geradas externamente. A nível nacional, uma nova demanda de informações foi estabelecida para comunicação não só com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), mas também com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), agências reguladoras e demais agentes conectados. O fluxo de dados inclui as informações básicas típicas dos sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para operação, complementadas com dados on-line sobre fluxo de energia para contabilização, oscilografia, sequência de eventos, qualidade de energia, controle de reservatórios, bacias hidrográficas, etc. Novos desafios surgiram também com a diversificação dos sistemas informacionais dos novos agentes do mercado, chamados a se integrar, a nível físico e lógico, com os sistemas de informação e controle dos agentes acessados, ONS, ANEEL e CCEE.

Além dos requisitos externos, demandas crescentes de dados operacionais são exigidos pelos sistemas corporativos de administração interna, nos sistemas integrados de manutenção, operação, comercialização e ativos em geral, tipificados nos sistemas ERP (Enterprise Resource Planning). Culminando esta evolução, muitas empresas estão em processo de implantação de soluções modernas de informação e controle para a gestão (MIS

\*Rua José Nunes da Cunha, 5336, Apto 701A- CEP 54440-030 – Bairro de Candeias – Jaboatão - PE - BRASIL  
Tel.: (081) 34692528 - Fax: (081) 34692528 - e-mail: iony@tecnix.com.br

– Management Information System), para atendimento a clientes (CRM – Customer Relationship Management), e à direção da empresa (SIE – Sistemas de Informações Executivas), os quais demandam acesso instantâneo, e automático, a informações da operação do sistema, e funções de Gestão do Conhecimento.

Para dar suporte a todas estas demandas, a empresa deve dispor de uma arquitetura avançada de sistemas de informações operacionais, suportada por uma rede de comunicações interligando as diversas instalações aos centros de gerência e decisão. Tradicionalmente, estas redes evoluíram para atenderem apenas às necessidades operacionais, em aplicações típicas de monitoramento e controle do sistema elétrico (SCADA). A disponibilização destas informações para outras funções além daquelas tradicionais (supervisão e automação), bem como a interligação com as aplicações corporativas de gestão e difusão do conhecimento exige a utilização de tecnologias de middleware, com requisitos de segurança e universalização dos dados, suportados por arquiteturas adequadas de EAI (Enterprise Architecture Integration).

Este informe descreve as iniciativas da CHESF na implementação desta arquitetura, através da especificação de um modelo de integração das informações operacionais com as demais áreas de gestão, com ênfase na preservação e universalização do conhecimento. O modelo é baseado em uma visão hierárquica das necessidades informacionais e de conhecimento, da operação e gestão do sistema elétrico, culminando na definição de portais corporativos para as informações em tempo real da empresa, e na criação de um Centro de Informações em Tempo Real, para coleta e disponibilização dos dados entre os diversos sistemas atendidos. O modelo objetiva facilitar o intercâmbio de informações e conhecimento entre diferentes níveis de decisão, agilizando sua localização e circulação entre as tarefas e agentes envolvidos.

## 2.0 - CONHECIMENTO EMPRESARIAL

O conhecimento compõe, ao lado dos ativos físicos, financeiros e humanos, o patrimônio das empresas modernas. Como tal possui um valor intrínseco (econômico, social, etc) de acordo com os objetivos empresariais, sejam eles de interesse público, privado ou social. Exige também políticas e ações de preservação e valorização equivalentes aos adotados para os demais ativos. Atualmente, são reconhecidos como fatores críticos de sucesso na estratégia de sobrevivência e crescimento a longo prazo das organizações.

No ambiente empresarial, o conhecimento pode ser classificado em pessoal ou organizacional. O conhecimento pessoal seria aquele dominado individualmente pelos participantes da organização, resultante de formação profissional, acadêmica e experiência de cada um. O conhecimento organizacional ou funcional seria aquele representado pelo know-how do conjunto de processos de negócio que garantem o funcionamento da empresa. Usualmente é determinado pelos fluxos de trabalho (workflow) e produção utilizados. Além das características tecnológicas, são determinados pela cultura organizacional e todo o acervo de políticas e procedimentos técnicos e administrativos acumulados na organização. Nas empresas do setor elétrico, o conhecimento organizacional é caracterizado também pelas exigências próprias de operação em tempo real dos negócios de energia, e pela operação interligada de sistemas, exigindo processos organizacionais e inter-organizacionais complexos para gestão do conhecimento.

## 3.0 - GESTÃO DO CONHECIMENTO

Muitas definições existem atualmente para o conceito de Gestão de Conhecimento. Para os objetivos deste informe, é útil a definição de Nonaka, I e Takeuchi, H ([1]), como “a atividade de divulgar e explicitar os saberes implícitos nas práticas individuais e coletivas das organizações”. As práticas individuais estariam relacionadas ao conhecimento pessoal antes referido. As práticas coletivas estariam relacionadas ao conhecimento organizacional refletido nos processos de negócio da empresa. Para implementar um sistema deste tipo, é necessário construir processos de coleta, estruturação, preservação e organização do capital de informação, como prerequisite às atividades de divulgação e explicitação do conhecimento, que fundamentem as decisões e estratégias corporativas da organização.

A nível individual, a divulgação e explicitação normalmente são resultantes de uma política de recursos humanos voltada para a publicação e disponibilização do acervo técnico de seus participantes, como forma de valorização e multiplicação do know-how individual. A nível coletivo, a divulgação e explicitação envolvem normalmente políticas de documentação, preservação, formalização, automação e disponibilização das informações sobre os processos de negócios da empresa. Estas informações consistem tanto de dados de entrada para as atividades, como de documentação e automação dos próprios processos de negócio da corporação. As informações em tempo real caracterizam grande parte dos conhecimentos necessários à gestão das empresas de energia elétrica, suportando o conhecimento individual e organizacional.

#### 4.0 - FLUXO DE INFORMAÇÕES

O fluxo de informações típico de um sistema de gestão do conhecimento no setor elétrico geralmente segue um ciclo fechado, ilustrado na figura seguinte. O processo inicia-se com a coleta de dados brutos do sistema físico, processamento para gerar informações com valor agregado, e sua interpretação em conhecimento, que gera as ações e decisões sobre o sistema originário, fechando o ciclo. Processos de gestão do conhecimento geralmente demandam dados históricos, além das informações em tempo real, como forma de preservação e disponibilização permanente.

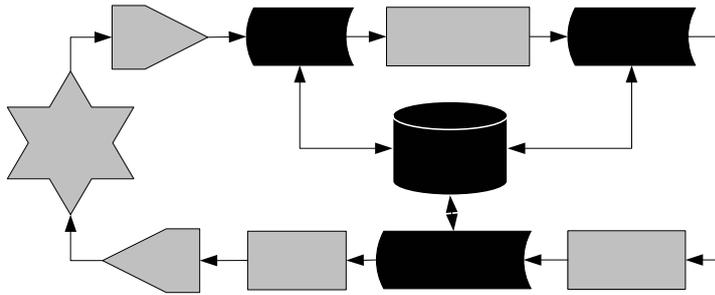


FIGURA 1 - Fluxo de informações

As necessidades de informações em tempo real nas empresas de energia vão além dos dados disponibilizados em sistemas tradicionais de supervisão e controle operacional (SCADA). Dados em tempo real são hoje requisitados sobre muitos aspectos dos sistemas elétricos, tais como:

- OPERAÇÃO – Sistema de Controle Supervisório;
- GESTÃO – Energy Management System;
- EVENTOS – Seqüencial de Eventos;
- OSCILOGRAFIA – Registro oscilográficos de curtos-circuitos e anormalidades;
- FATURAMENTO – Contabilização de fluxos de energia para faturamento;
- ESTIMAÇÃO – Estimação de estado de variáveis não observadas;
- QUALIMETRIA – Registro de qualidade de energia;
- PROTEÇÃO – Registro e administração remota de sistemas de proteção;
- HIDROLOGIA – Estado de bacias hidrográficas e pluviométricas;
- GEOGRAFIA – Informações georeferenciadas em tempo real;
- MANUTENÇÃO – Monitoramento remoto de equipamentos; etc.

Muitos destes sistemas evoluíram independente dos tradicionais sistemas da operação, formando um conjunto de sistemas SCADA autônomos, com seus próprios métodos de aquisição e gestão de dados e rede de transmissão. Usualmente atendem primariamente aos processos de operação e manutenção especializados, não havendo, a princípio, intercâmbio de dados on-line com outros sistemas. Isto resulta em informações e conhecimentos impermeáveis, restritos a grupos específicos da empresa. A figura a seguir ilustra a arquitetura hierárquica típica destas sistemas, desde a coleta de dados em equipamentos, e sua disseminação na instalação, ascendendo para o controle regional, até o nível sistêmico dos centros de operação. Para a gestão, eles atendem aos níveis operacionais, de supervisão de instalação, tático (regional) e gerencial (sistêmico). Com poucas exceções atendem, em tempo real, ao mercado (CCEE na contabilização e ONS na operação), sendo praticamente inexistente o atendimento às demais funções estratégicas e gerenciais das próprias empresas.

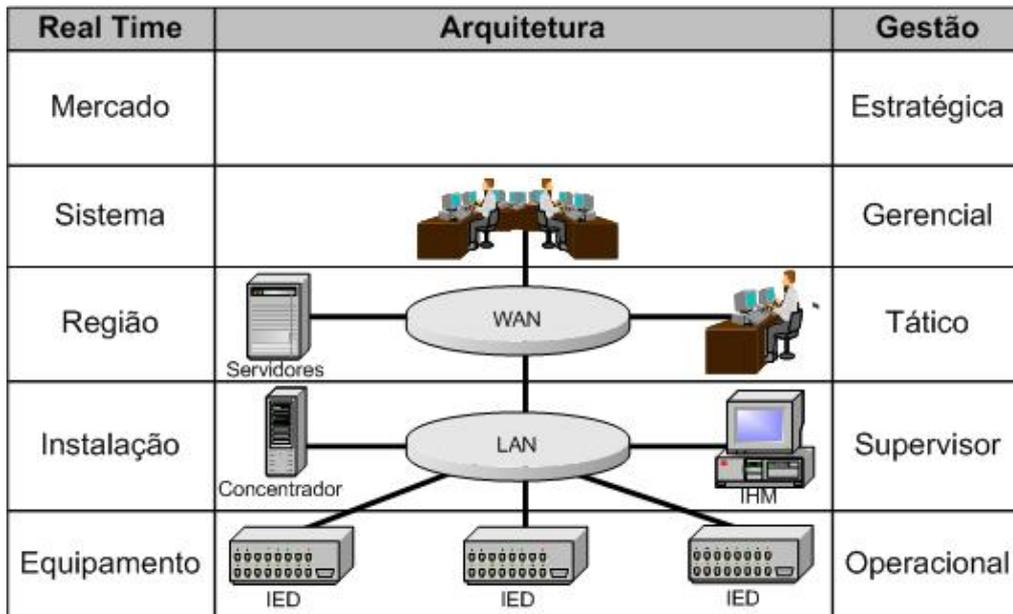


FIGURA 2 – Arquitetura de sistemas SCADA

Muitos sistemas corporativos necessitam das informações coletadas pelos sistemas SCADA, entre eles os Sistemas de Gestão da Manutenção, Sistemas Especialistas em Ocorrências, e de Informação para Clientes. Processos de negócio também necessitam de informações em tempo real tais como a Análise de Ocorrências, o Planejamento da Expansão, a Análise Pré e Pós-Operação, etc. Muitas razões justificam sua integração com os sistemas SCADA citados:

1. As informações podem ser úteis a outros sistemas;
2. Algumas atividades exigem a cooperação entre sistemas;
3. Muitos sistemas são projetados para uso múltiplo;
4. Otimização de recursos e processos;
5. Eliminação da duplicação de dados, atividades e recursos;
6. Compartilhamento de dados com novos agentes; e
7. Suporte a aplicações corporativas e de negócio.

Muitas dificuldades tem de ser vencidas na integração, já que estes sistemas são projetados de forma isolada, com muita diversidade de hardware e software, arquiteturas proprietárias e sistemas especializados, sem falar nos requisitos de segurança. Entretanto, a própria tecnologia oferece facilidades para integração, tais como infraestrutura comum de telecomunicações, tecnologias comuns de implementação, sistemas abertos e protocolos padronizados, evoluindo para sistemas genéricos independentes do processo.

As formas possíveis de integração são também múltiplas, variando entre as conexões bilaterais entre sistemas, conexões multilaterais de sistemas (Portais), modelos comum de dados (Meta Dados, CIM), arquitetura integrada de dados (Datawarehouse), arquiteturas de referência (Plug & Play), interfaces de aplicação (API, RPC) e modelos padronizados de mensagens (middleware, XML, etc). A integração pode ocorrer através da permuta de dados e informações, na exportação de interfaces para usuário, ou através de mecanismos de controle e comunicação entre os sistemas. A figura a seguir ilustra algumas das tecnologias disponíveis, segundo tres dimensões: Controle e Comunicação, Dados e Informação, e Interface do Usuário.

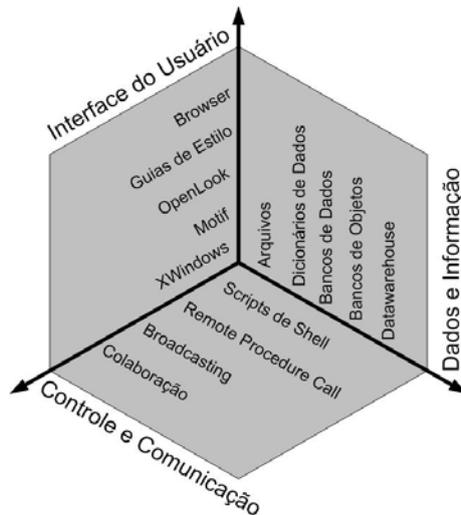


FIGURA 3 – Dimensões da Integração

Atualmente, tres destas tecnologias se destacam na integração de aplicações a nível corporativo, uma em cada dimensão, embora o assunto esteja em processo de padronização internacional [4]. A primeira, na dimensão de Controle e Comunicação, consiste de um *framework* para troca de informações, podendo ser implementado por um núcleo operacional (*middleware*) que concentre a infraestrutura de aquisição e disponibilização de dados. Esta solução exige a padronização de interface entre as aplicações, evitando que elas acessem diretamente os sistemas SCADA subjacentes. O acesso é permitido através de serviços padronizados do *framework*, que disponibilizam os dados solicitados, sem quebrar a segurança e confiabilidade dos sistemas SCADA. Os serviços funcionam sob demanda (usualmente como Web Services), ou disparados automaticamente por determinadas condições do sistema elétrico.

A segunda tecnologia de integração, na dimensão de Dados e Informações, consiste no armazenamento dos registros dos sistemas SCADA em uma base de dados centralizada. O acesso direto ao sistema SCADA não é permitido às aplicações, exceto através de bases de dados historicas exportadas por estes. Esta solução é favorecida pela disponibilidade de sistemas ERP/MIS na empresa, e pela gestão centralizada de bases de dados empresariais. A simples disponibilização desta base resulta no incentivo ao desenvolvimento autônomo de aplicações por diversas áreas da empresa, sem dependerem do acesso direto aos sistemas SCADA ou apoio do pessoal especializado destes sistemas.

A terceira tecnologia, na dimensão de Interface do Usuário, consiste na exportação de uma interface de consulta, usualmente em forma visual (*browser*), acessível pela intranet ou internet. As interfaces são específicas de cada sistema SCADA, especializadas para as aplicações destinatárias.

As tres soluções resultam de movimentos em direções distintas, iniciadas pelos sistemas SCADA (de baixo para cima através dos portais de informações), pelos sistemas ERP/MIS (de cima para baixo com os bancos de dados históricos), ou horizontalmente entre os sistemas, com pacotes de *middleware* a nível dos sistemas SCADA ou MIS conforme ilustrado na figura seguinte.

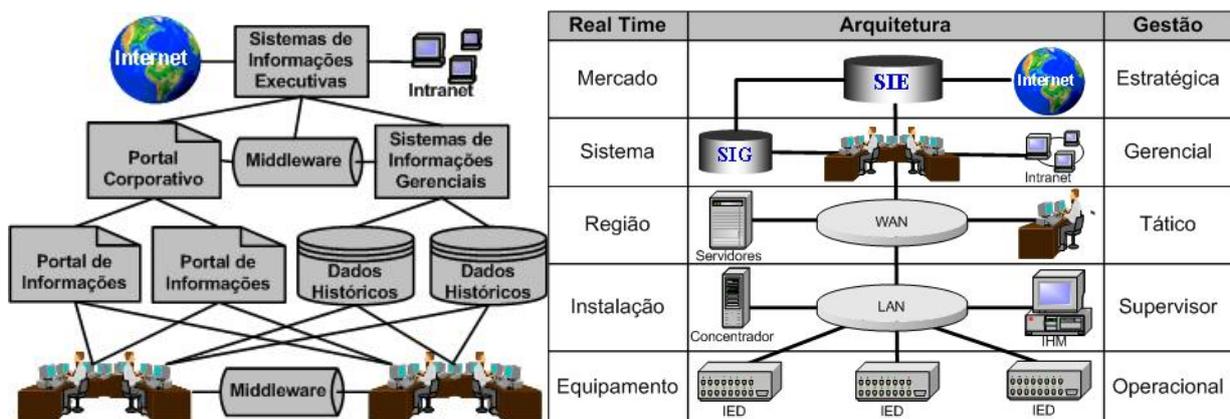


FIGURA 4 – Arquitetura de Integração

Note-se que os Sistemas de Informações Gerenciais (MIS) são integrados em uma camada superior através dos Sistemas de Informações Executivas (SIE). Esta arquitetura permite uma hierarquização de todos os níveis de gestão no acesso às informações em tempo real, conforme mostrado na figura acima.

A adoção simultânea destas soluções na Chesf foi facilitada pela concentração da gestão dos sistemas SCADA em uma única infraestrutura física, implantada em um Centro de Informações em Tempo Real. A figura seguinte ilustra a hierarquização destes sistemas, e a planta de locação no Centro de Informações em Tempo Real da Chesf. A proximidade física facilita a gestão e manutenção uniforme destes sistemas.

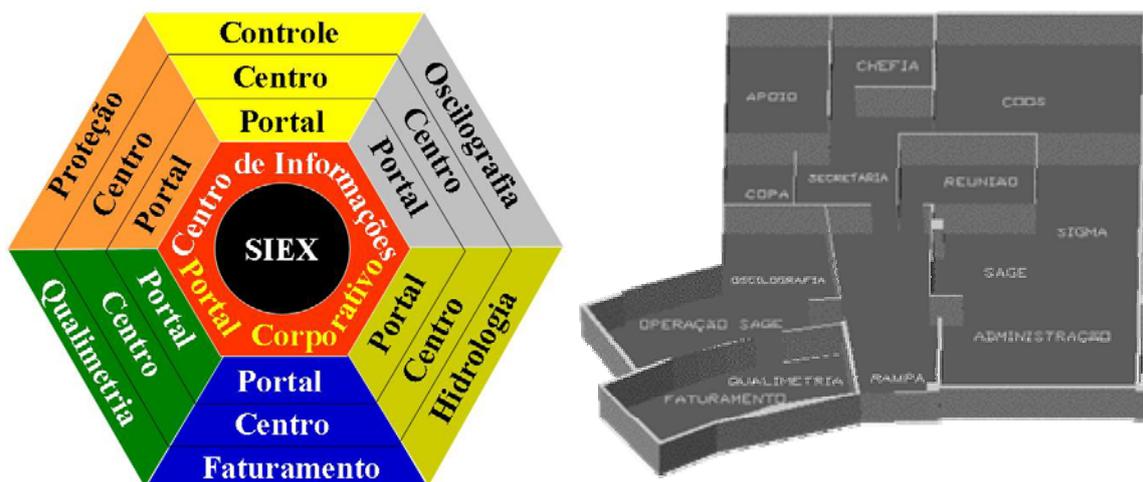


FIGURA 5 – Centro de Informações em Tempo Real

Muitas destas soluções estão sendo implementadas através de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, entre eles o Sistema de Informações Executivas para Empresas do Setor Elétrico, com o Cepel e UFCG; a Gestão Inter Organizacional de Ativos Físicos no Setor Elétrico, com o Cesar (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife); e o projeto de EAI (Enterprise Architecture Integration) com o CPQD. Outras soluções são facilmente geradas internamente, de forma autônoma, pela disponibilidade dos dados históricos da operação no intranet da empresa. Como exemplos destes serviços tem-se o sistema de Alerta Automático de Desequilíbrios entre fases de TP ou TC, ou a disponibilização de mecanismos de busca em bases históricas da operação, implementadas nos sistemas de oscilografia e dados históricos da Chesf. Outro exemplo consiste no suporte automático ao processo de análise de ocorrências no sistema elétrico, interligando as informações de tempo real com operadores, analistas de proteção, mantenedores e gestores da operação, em um único processo de *workflow*, tal como implementado no Sistema Integrado de Gestão de Ativos (SIGA) da Chesf.

## 5.0 - CONCLUSÕES

A necessidade de promover a preservação, divulgação e explicitação, em tempo real, dos conhecimentos individuais e coletivos nas empresas de energia elétrica exige a adoção de arquiteturas avançadas de integração de sistemas (EAI), que permitam o desenvolvimento autônomo das soluções tecnológicas em cada área específica, garantindo sua integração corporativa com as demais aplicações de negócios. Um ingrediente essencial desta arquitetura consiste na adoção de estruturas de manutenção e operação de portais corporativos, a nível departamental e empresarial, que agreguem as federações de sistemas existentes em tempo real na empresa.

A formalização e explicitação do conhecimento coletivo poderá ser obtida através da implantação de sistemas de *workflow* interligando os diversos grupos e sistemas especializados na empresa. O Sistema Integrado de Gestão de Ativos (SIGA) da Chesf é um exemplo desta integração. O uso da Internet e intranets é uma tendência consensual não só como fontes interna e externa de informações, mas como meio de interligação dos processos inter e intra organizacionais.

Para orquestrar estes fluxos, é aconselhável criar um núcleo de gestão informacional, com pessoas com sólidos conhecimentos e experiência em sistemas elétricos, ciência da informação, informática e comunicação. O núcleo deverá rastrear dados, fatos e eventos, e definir uma estrutura de metadados e política de segurança para disponibilização aos agentes decisórios da empresa. Este núcleo deverá se situar entre os sistemas de aquisição de dados (SCADA) e os demais níveis decisórios, coordenando o acesso a estes sistemas, e a exportação para ambientes externos à empresa.

Finalmente, é necessário o estabelecimento de padrões de comunicação, a nível de aplicações, entre estes sistemas, que viabilizem a troca de informações inter e intra organizacionais. A formatação destes padrões em XML (eXtensible Markup Language) e Web Services parece ser a tendência majoritária nesta área, após sua adoção pela W3C (World-Wide Web Consortium). Uma definição de um modelo de metadados corporativo, com explicitação das necessidades informacionais dos diversos níveis hierárquicos também viabilizará a implantação dos Sistemas de Informações Executivos. Estas soluções estão sendo conduzidas na Chesf através de projetos de pesquisa e desenvolvimento com o Cesar (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife), Cepel e UFCG.

À medida que se sucedem as gerações de especialistas nas empresas de energia, a implantação de sistemas adequados de gestão do conhecimento pode reduzir a dependência em relação ao conhecimento individual especializado, baseando seus negócios gradativamente em processos implementados em sistemas automatizados, aumentando as competências inerentes aos seus processos de negócios.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Siqueira, I. P., Fernandes, R. A. C., "Uma Nova Infra-estrutura para Centros de Controle integrando Sistemas SCADA/EMS, Qualimetria, Oscilografia e Base GIS", XVIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Cigré-Brasil, Curitiba, 2005.
- (2) Nonaka, I, e Takeuchi, H., "The knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation", New York, Oxford University Press, 1995.
- (3) ANSI/ISA 95.00.01 "Enterprise – Control System Integration", Draft International Standard ISO/IEC 62264-1.
- (4) CIGRÉ SC3/WG 37/36, "Enterprise Application Integration in the Electric Power Industry", Electra, Paris, 2004.
- (5) Hugos, M., "Building the Real-Time Enterprise – An Executive Briefing", John Wiley & Sons, New Jersey, 2005.
- (6) Lapa, E., "Gestão de Conteúdo como Apoio à Gestão do Conhecimento", Brasport Livros e Multimídia Ltda., Rio de Janeiro, 2004.
- (7) Freitas, R. A., Quintanilla, L. W., Nogueira, A. S., "Portais Corporativos – Uma ferramenta estratégica para a Gestão do Conhecimento", Brasport Livros e Multimídia Ltda., Rio de Janeiro, 2004.