



**XV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

STE/13

17 à 22 de outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL
EDUCAÇÃO E GESTÃO DA TECNOLOGIA (STE)**

A INFORMÁTICA QUE VOCÊ NÃO VÊ POR AÍ

Gilberto de Paula e Silva *

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

RESUMO

Este projeto tem como objetivo viabilizar um ambiente de estudos e projetos (denominado “*Célula de Tecnologia da Informação*”), nos órgãos da Superintendência de Engenharia (SE.T) de FURNAS, que abrigue pessoas com conhecimentos afins e ofereça uma nova opção de desenvolvimento tecnológico, permitindo às novas gerações de técnicos e engenheiros herdar o legado de experiência registrado.

Isso é possível de implementar utilizando-se as mais modernas técnicas de informática, como ferramentas de Inteligência Artificial e outras, aliadas ao envolvimento dos nossos técnicos com uma coordenação atuante.

PALAVRAS-CHAVE

Lógica Fuzzy, Matricial, Recurso Humano, Redes Neurais, Treinamento

1.0 - INTRODUÇÃO

De uma maneira geral, os órgãos da Superintendência de Engenharia, apresentam uma demanda reprimida de solicitações de desenvolvimento de sistemas informatizados. Associado a isso, constatamos a existência de alguns gerentes com conhecimento apenas superficial de informática - pequeno usuário - não identificando a importância de sua utilização. Também é relevante a constatação da falta de visão geral em termos de software e hardware, dificultando a

troca de conhecimentos. Bem como, a divulgação insuficiente nos órgãos, o que certamente causa duplicidade na aquisição e desenvolvimento de novos produtos (software).

No sentido de agravar a situação, a cada aposentadoria concedida, FURNAS perde uma vida de conhecimentos acumulados durante anos de estudos. Mais do que necessário, torna-se imperioso o resgate dessa tecnologia, pois a velocidade das mudanças alavancadas pela informática, tendo como provedora a eletrônica e como transportadora a fibra ótica, assim o exige.

Consciente da gravidade do quadro que constatamos, o presente projeto visa apresentar uma solução viável que possibilite reter, agregar e transferir o conhecimento tecnológico da Empresa, e, para tanto, é fundamental a criação de um ambiente de estudos e projetos que abrigue pessoas com conhecimento afins e ofereça uma nova opção de desenvolvimento tecnológico. A este ambiente dá-se o nome de “*Célula de Tecnologia da Informação*”, cujo enfoque, no mundo, cresce em volume e importância a cada dia, em consonância com o avanço da informática.

Este ambiente proverá a logística necessária para que os técnicos de FURNAS possam criar e desenvolver novos produtos e facilidades em informática, utilizando modernas técnicas de Inteligência Artificial com seus diversos ramos, onde destacamos: Lógica Fuzzy, Redes Neurais, Sistemas Especialistas, Algoritmos Genéticos, Linguagens de Programação, Processamento de Linguagem Natural, Tratamento de Incerteza, Vida Artificial e outros, algumas já dominadas por vários engenheiros e analistas de sistemas.

2.0 – SOLUÇÃO PROPOSTA

A seguir comentamos alguns pontos que justificam a criação da célula, que deverá operar no *Sistema Matricial Misto*:

- ❖ técnicos treinados, que atualmente podem estar ociosos em seu local de trabalho, poderão ter seu tempo otimizado, sendo úteis em vários projetos para órgãos diferentes;
- ❖ número de profissionais de informática treinados e capacitados para identificar e desenvolver aplicativos poderá ser ampliado com o treinamento e a supervisão adequada;
- ❖ atuar como um *facilitador* para identificar os profissionais que tenham afinidades na formação técnica, visando agrupá-los em células de estudo e/ou desenvolvimento;
- ❖ aproveitamento dos conhecimentos de alta tecnologia adquiridos pelos empregados em estudos de pós-graduação, mestrado e doutorado;
- ❖ fomentar uma maior transparência na divulgação dos aplicativos utilizados pelos órgãos da Empresa.

2.1 SISTEMA MATRICIAL MISTO

As estruturas, chamadas de *Funcionais ou Hierárquicas*, copiaram as das organizações mais antigas, como os exércitos e a Igreja, e, durante muito tempo, foram a base para qualquer organização empresarial porque apresentavam algumas vantagens como:

- ❖ clara subordinação hierárquica;
- ❖ organização dos funcionários segundo suas especialidades;
- ❖ solução de problemas rotineiros;
- ❖ pouca pressão de tempo para solucionar problemas.

Apesar destas vantagens, a estrutura hierárquica tomou-se lenta, diante das crescentes mudanças que ocorrem atualmente no mercado.

Paralelamente, as pessoas passaram a trabalhar em equipes multidisciplinares - e não apenas em suas áreas específicas de especialização. Da mesma forma, o mercado passou a exigir que as empresas trabalhassem com menor formalização e maior flexibilidade, além de investirem em comunicação de forma integrada. Não

bastassem todas estas transformações, a unidade de comando foi pulverizada. É neste cenário que se valorizou o *Sistema Matricial*, ou *Sistema de Gerência por Projeto*, onde citamos algumas vantagens:

- ❖ exigir maior diversificação dos técnicos;
- ❖ dar maior satisfação por ter visão de conjunto e por interagir com mais pessoas e áreas envolvidas;
- ❖ atender melhor os prazos;
- ❖ tirar da Alta Administração a tarefa de fazer a integração;
- ❖ ter um único responsável sobre o projeto como um todo;
- ❖ e, principalmente, atender melhor ao Cliente.

O sistema de administração torna-se misto pelo fato de não haver quebra da estrutura organizacional formal de FURNAS, uma vez que tendo concluído o projeto, o técnico retorna ao seu local de origem.

2.2 ESTRUTURA DA CÉLULA

2.2.1 FORMAÇÃO

A célula deverá ser composta de uma **equipe fixa**, que passamos a chamar de **coordenadora**, e tantas outras **equipes móveis** quantas forem necessárias (ver Figura 1), devendo a equipe fixa ser composta por apenas três técnicos, tendo estes, como pré-requisito, sólidos conhecimentos de hardware, software básico e algum software de alta tecnologia como, por exemplo: *Inteligência Artificial* com seus diversos ramos onde destacamos: Lógica Fuzzy e Redes Neurais; Sistemas Especialistas, Algoritmos Genéticos, Linguagens de Programação, Processamento de Linguagem Natural, Tratamento de Incertezas, Vida Artificial e outros.

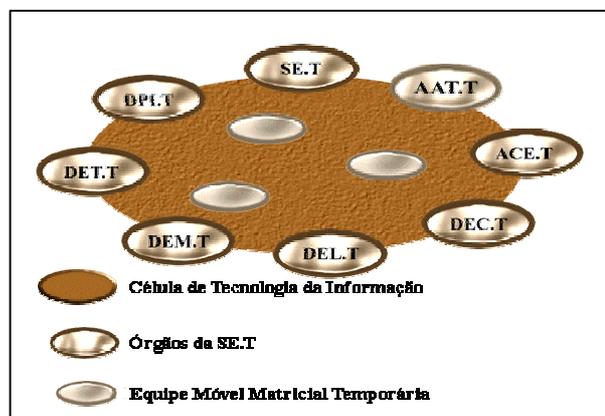


FIGURA 1: ESTRUTURA DA CÉLULA

❖ Descritivo dos órgãos:

SE.T - Superintendência de Engenharia

AAT.T - Assessoria de Administração de Contratos, Normalização e Arquivo Técnico

ACE.T - Assessoria de Estudos e Programas de Conservação de Energia

DPL.T - Departamento de Patrimônio Imobiliário

DEC.T - Departamento de Engenharia Civil

DEL.T - Departamento de Engenharia Elétrica

DEM.T - Departamento de Engenharia Mecânica

DET.T - Departamento de Engenharia de Telecomunicações

Usando os mais modernos métodos de trabalho, podemos identificar, otimizar, agrupar se necessário, facilitar, treinar e direcionar os recursos humanos e computacionais do órgão.

Este projeto foi concebido tomando como base a estrutura atual e os princípios de projeto STAD (Sistema de Alto Desempenho), que tem como características:

- ❖ projeto focalizado no cliente;
- ❖ unidades com poder de decisão e autonomia;
- ❖ controle de variação na fonte;
- ❖ direção e metas claras;
- ❖ integração sócio-técnicas;
- ❖ fluxo de informações acessível;
- ❖ funções compartilhadas e enriquecidas;
- ❖ práticas de recursos humanos que delegam poder;
- ❖ estrutura, processos e culturas administrativas que delegam poder;
- ❖ capacidade de reprojeter.

2.2.2 ATRIBUIÇÕES

a) desenvolver os aplicativos necessários à identificação dos técnicos de FURNAS por grupos de competência e mantê-los atualizados;

b) contratar, quando necessário, serviços externos relativos à informática. Por exemplo:

-consultoria em rede Novell;

-consultoria em sistemas (Windows NT), e bancos de dados (Oracle);

-consultoria em software.

c) estar apta a representar a SE.T em todos os eventos ligados à informática;

d) providenciar a infra-estrutura necessária ao desenvolvimento dos trabalhos (espaço físico, pontos de carga, rede, microcomputadores, impressoras, software, dentre outros);

e) coordenar o desenvolvimento de produto (software) específico, utilizando alta tecnologia envolvendo, diretamente em cada projeto, um profissional de informática qualificado;

f) manter contato com pesquisadores dos centros de pesquisas de tecnologia (CENPES, CEPTEL e outros);

g) coordenar as equipes móveis.

2.3 EQUIPES MÓVEIS

2.3.1 FORMAÇÃO

A equipe deverá ter alocação dinâmica por projeto e após o término do mesmo os componentes retornarão ao seu local de lotação.

Será *gerenciada* pela *Equipe Coordenadora* e formada por técnicos dos diversos órgãos e *coordenada* pelo técnico de maior conhecimento do assunto em pauta.

2.3.2 ATRIBUIÇÕES

a) especificar e / ou desenvolver sistemas específicos para os departamentos da SE.T, tais como: "time-sheet", orçamentação, ABNT, treinamento, etc;

b) transferir conhecimentos de acordo com a necessidade dos órgãos e a competência individual;

c) participar de grupos de estudo;

d) prestar consultoria externa se necessário (China, Angola, Venezuela e outros);

e) orientar as equipes de informática dos departamentos sobre novas ferramentas.

3.0 - RECURSOS PARA IMPLANTAÇÃO

3.1 SOFTWARE DE ALTA QUALIDADE

3.1.1 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Na década de 50, surgiu um dos principais modelos de redes neurais, o **PERCEPTRON**, que despertou grande interesse devido à sua capacidade de aprendizado e adaptação. Porém, nessa época, não havia tecnologia de hardware disponível para dar continuidade ao desenvolvimento da tecnologia de redes neurais artificiais. Na década de 80, as pesquisas e trabalhos em redes neurais foram retomados, devido ao desenvolvimento dos computadores e dos próprios modelos de redes neurais.

Atualmente existe grande interesse nos modelos de redes neurais artificiais; psicólogos se interessam por suas semelhanças estruturais em relação à mente humana; os pesquisadores de inteligência artificial buscam nestes modelos soluções para um dos grandes problemas da inteligência artificial: o aprendizado de máquina.

Os modelos de redes neurais visam desempenhar, não apenas funções inerentes ao cérebro, como também basear suas operações em conhecimentos da ciência sobre seu funcionamento e arquitetura.

Um modelo de redes neurais artificiais consiste de uma rede de neurônios, relativamente autônomos, dotados de capacidade de processamento. Os modelos normalmente apresentam:

- ❖ um conjunto de neurônios de entrada, por onde são passadas as informações para a rede;
- ❖ um conjunto de neurônios de saída, que representam os sinais de saída da rede neural e um conjunto de neurônios intermediários.

Os neurônios são ligados por conexões, cada um com um peso associado, que corresponde à influência do neurônio no processamento do sinal de saída. Pesos positivos correspondem a fatores de reforço do sinal de entrada, e pesos negativos correspondem a fatores de inibição. Ver Figura 2.

Cada neurônio é capaz de processar um sinal de entrada e transformá-lo em um sinal de saída. Um neurônio emprega uma função para o cálculo de ativação de outro neurônio, e tal cálculo é efetuado com base nos sinais conduzidos pelas conexões que chegam até os neurônios e seus pesos. Os valores de

entrada e ativação dos neurônios podem ser discretos, nos conjuntos $\{0,1\}$ ou $\{0,1,-1\}$, ou contínuos nos intervalos $[0,1]$ ou $[-1,1]$.

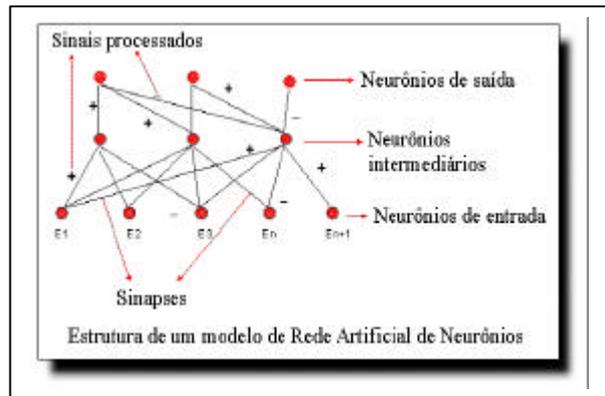


FIGURA 2: ESTRUTURA DE UM MODELO DE REDE NEURAL

O método estabelecido para o cálculo das ativações dos neurônios pode ser diferente para cada modelo. Em alguns modelos os neurônios são percorridos em uma ordem fixa, em outros os neurônios calculam suas ativações e apresentam suas saídas simultaneamente.

Diversos modelos de redes neurais foram desenvolvidos para utilização em vários tipos de tarefas, como processamento de sinais, reconhecimento de padrões, processamento de imagens, processamento de conhecimento, etc.

Alguns dos modelos são:

- ❖ **PERCEPTRON**, utilizado para o reconhecimento de caracteres impressos;
- ❖ **PERCEPTRON MULTICAMADAS**, usado no controle de robôs e processamento da fala;
- ❖ **ART**, usado no reconhecimento de sinais de radar e processamento de imagens;
- ❖ **REDES DE KOHONEN**, usado no reconhecimento de fala e para distribuição de probabilidades de dados;
- ❖ **REDE DE HOPFIELD**, usado no reconhecimento de imagens;
- ❖ **CNM**, usado no processamento de conhecimento, análise de dados em problemas classificatórios.

A tecnologia de redes neurais artificiais, muitas vezes aliadas à tecnologia de lógica fuzzy, é aplicada no desenvolvimento de sistemas especialistas e sistemas de apoio à decisão, para dotar esses sistemas de capacidade de aprendizagem e raciocínio. Por exemplo, pode-se representar uma série extremamente

grande de regras a serem avaliadas num sistema especialista, por meio de redes neurais.

Dessa forma, pode-se resolver problemas complexos, que manipulam grandes quantidades de dados e associações entre esses dados.

3.1.2 LÓGICA FUZZY

Aristóteles, filósofo grego (384 - 322 a.C.), foi o fundador da ciência da lógica, e estabeleceu um conjunto de regras rígidas para que conclusões pudessem ser aceitas logicamente válidas. O emprego da lógica de Aristóteles levava a uma linha de raciocínio lógico baseado em premissas e conclusões. Como um exemplo: se é observado que "todo ser vivo é mortal" (premissa 1), a seguir é constatado que "Sarah é um ser vivo" (premissa 2), como conclusão temos que "Sarah é mortal".

Desde então, a lógica Ocidental, assim chamada, tem sido binária, isto é, uma declaração é falsa ou verdadeira, não podendo ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa. Esta suposição e a lei da não contradição, que coloca que "U e não U" cobrem todas as possibilidades, formam a base do pensamento lógico Ocidental. A lógica nebulosa ("Fuzzy Logic") viola estas suposições. O conceito de dualidade, estabelecendo que algo pode e deve coexistir com o seu oposto, faz a lógica nebulosa parecer natural, até mesmo inevitável. A lógica de Aristóteles trata com valores "verdade" das afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas.

Não obstante, muitas das experiências humanas não podem ser classificadas simplesmente como verdadeiras ou falsas, sim ou não, branco ou preto. Por exemplo, é aquele homem alto ou baixo? A taxa de risco para aquele empreendimento é grande ou pequena? Um sim ou um não como resposta a estas questões é, na maioria das vezes, incompleta. Na verdade, entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitos graus de incerteza. Esta imperfeição intrínseca à informação representada numa linguagem natural tem sido tratada matematicamente no passado com o uso da teoria das probabilidades. Contudo, a lógica nebulosa, com base na teoria dos conjuntos nebulosos ("Fuzzy Set"), tem se mostrado mais adequada para tratar imperfeições da informação do que a teoria das probabilidades.

De forma mais objetiva e preliminar, podemos definir lógica nebulosa como sendo uma ferramenta capaz de capturar informações vagas, em geral descritas em uma linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação pelos computadores de

hoje em dia. Consideremos a seguinte afirmativa: Se o tempo de um investimento é longo e o sistema financeiro tem sido não muito estável, então a taxa de risco do investimento é muito alta. Os termos "longo", "não muito estável" e "muito alta" trazem consigo informações vagas. A extração (representação) destas informações vagas se dá através do uso de conjuntos nebulosos. Devido a esta propriedade e a capacidade de realizar inferências, a lógica nebulosa tem encontrado grandes aplicações nas áreas:

- ❖ sistemas especialistas
- ❖ computação com palavras
- ❖ raciocínio aproximado
- ❖ linguagem natural
- ❖ controle de processos
- ❖ robótica
- ❖ modelagem de sistemas parcialmente aberto
- ❖ reconhecimento de padrões
- ❖ processos de tomada de decisão ("decision making")

3.2 ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

- ❖ Três estações multimídia com:
 - Processador pentium II 400;
 - 8 GB de HD;
 - 128 MB de memória RAM;
 - Vídeo policromático 17";
 - Placa de rede;
 - Placa de som;
 - Unidade de disco flexível de 3 ½".

3.3 ESTRUTURA MÍNIMA NECESSÁRIA

- ❖ um espaço de 3 X 4 módulos padrão de 1,20 m;
- ❖ mesa de Reunião com seis cadeiras;
- ❖ um armário para guardar manuais de software;
- ❖ bancada para abrigar as 3 estações de trabalho.
- ❖ cadeiras para quatro pessoas.

3.4 PRAZO DE INSTALAÇÃO

Prazo de instalação da infra-estrutura: 6 seis meses (prazo para aquisição dos equipamentos).

3.5 CUSTO ESTIMADO

- ❖ Um armário - R\$ 500,00;
- ❖ Bancada - R\$ 800,00;
- ❖ Estação multimídia cada:
3.000,00 X 3 = R\$9.000,00;
- ❖ Software - R\$15.000,00;

Total: - R\$25.300,00

4.0 - APLICABILIDADE

Algumas aplicações possíveis em FURNAS:

- ❖ estabilidade de sistemas de potência;
- ❖ planejamento da expansão e operação de sistemas e transmissão e distribuição de energia elétrica;
- ❖ lógica fuzzy aplicada na operação e controle de sistemas de energia elétrica;
- ❖ elaboração de algoritmos computacionais para a avaliação de desempenho de redes de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- ❖ sistemas especialistas e inteligência artificial aplicada a sistemas de energia elétrica;
- ❖ redes neurais artificiais e lógica fuzzy aplicadas em sistemas de Potência;

5.0 - CONCLUSÃO

Dentro dos diversos órgãos de FURNAS existe uma competência fantástica. Todo esse conhecimento precisa ser armazenado e difundido, permitindo às novas gerações de técnicos e engenheiros herdar o legado tecnológico de experiência registrado. Para tanto, torna-se fundamental a criação de um ambiente de estudos e projetos que abrigue pessoas com conhecimento afins e ofereça uma nova opção de desenvolvimento tecnológico.

Este ambiente, chamado “Célula de Tecnologia da Informação”, possibilitará a agregação e a transferência de conhecimentos, promovendo a logística necessária para que os técnicos e engenheiros, da Superintendência de Engenharia - **SE.T** e de outros órgãos de FURNAS, possam criar e desenvolver novos

produtos e facilidades em informática. E isso é possível de se realizar utilizando-se as mais modernas técnicas de informática aliadas ao envolvimento efetivo de pessoal com uma coordenação atuante.

6.0 - BIBLIOGRAFIA

- (1) FEIGENBAUM, Edward e BARR, Avron. *The Handbook of Intelligence*. Vol I (1981). EUA.
- (2) RIBEIRO, Horácio. *Introdução aos Sistemas Especialistas*. Ed. LTC. Brasil.
- (3) RICH, Elaine e KNIGHT, Kevin. *Inteligência artificial*. 2a. Edição(1993). EUA.
- (4) SCHWABE, D. e CARVALHO, R. Lins. *Engenharia do Conhecimento e Sistemas Especialistas*. EBAI (1987). Brasil.
- (5) Site da Hycones na Internet. (Brasil)
<http://www.hycones.com.br/portuguese/redesne.htm>
- (6) S., Pimentel C., Universidade Federal do Ceará – UFC. (Brasil)