



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

GMI 07
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XII

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – GMI

GESTÃO DE CONHECIMENTO COORPORATIVO ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA: UM ESTUDO DE CASO NA COPEL DISTRIBUIÇÃO S/A

Antonio Airton Soares dos Santos

Copel Distribuição S.A.

RESUMO

O presente trabalho surgiu da necessidade da COPEL - Companhia Paranaense de Energia - em capacitar funcionários não-especialistas (novos técnicos e eletricitas), na área de Manutenção de Equipamentos de Subestações. Devido ao fato da COPEL ter ficado um longo tempo sem a realização de concursos públicos e, conseqüentemente, sem admitir novos funcionários, ocorreu a perda natural do repasse do conhecimento dos técnicos mais experientes para os mais novos. Para tentar amenizar esse problema, foi construído um sistema especialista, em forma de protótipo. A utilização desta ferramenta, que possui uma interface de fácil interação entre o usuário e o sistema, permitirá que o novo funcionário identifique a localização do defeito e chegue rapidamente à solução para recuperação dos equipamentos, otimizando o processo de manutenção. Para atingir o objetivo final do trabalho, ou seja, a construção de um sistema especialista em manutenção de equipamentos de subestações, foi necessária a utilização da ferramenta computacional Expert Sinta, que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de sistemas especialistas. Após a realização dos testes com os técnicos novos e com os especialistas para validação do sistema, conclui-se que o protótipo SE atingiu seus principais objetivos, ou seja, ficaram comprovadas as seguintes hipóteses: a redução, entre 40 a 50%, dos tempos de identificação da localização das falhas no controle eletrônico com o auxílio do SE, comprovados pelos testes feitos com os técnicos novos; a padronização das investigações dos defeitos ocorridas no equipamento e a precisão do sistema verificada através dos testes com os especialistas.

PALAVRAS-CHAVE

Engenharia do Conhecimento; Inteligência Artificial; Sistemas Especialistas; Manutenção de Equipamentos de Subestações.

1.0 - INTRODUÇÃO

As empresas consideram de extrema importância a preservação do conhecimento e a segurança das pessoas, além da manutenção da integridade dos seus ativos. Muitas falhas em equipamentos ocorrem por erro humano. Mesmo diante do grande aumento das técnicas de automação nas indústrias e em outras organizações, é impossível eliminar o envolvimento do elemento humano na operação e manutenção dos sistemas (LIMA NETO, 2004). A contribuição do erro humano para a não-confiabilidade pode estar presente nos diversos estágios do ciclo de vida do equipamento. Embora não seja possível eliminar todos os erros humanos, é possível minimizar alguns deles através da seleção e treinamento de pessoal, da padronização de processos, da simplificação dos esquemas de controle e de outras medidas de incentivo.

Um dos grandes desafios assumidos pelas empresas é a aquisição e preservação de conhecimento corporativo, seja por meio de talentos humanos ou por inovação tecnológica. Muitas destas organizações só vão se dar conta destas perdas tarde demais, quando começarem a aparecer as primeiras conseqüências da evasão deste conhecimento. Estas conseqüências podem ser: perdas financeiras, quedas na produtividade, a interrupção de um grande projeto e até mesmo a paralisação de um setor inteiro da empresa.

A COPEL, preocupada com os problemas citados acima, busca incentivar a formação de uma cultura interna destinada a valorizar a gestão das informações e das experiências acumuladas em suas diversas áreas de atuação.

A Empresa ficou um longo tempo sem a realização de concursos públicos e, conseqüentemente, sem admitir novos funcionários, ocasionando a perda natural do repasse do conhecimento dos técnicos mais experientes para os mais novos.

A principal finalidade deste artigo é propor uma solução para o problema da evasão de conhecimento gerado pelo desligamento de técnicos de manutenção de equipamentos de subestações da Copel Distribuição S/A, através da criação do protótipo de um sistema especialista baseado em regras de produção. Este sistema pretende preencher essa lacuna deixada pelo tempo, servindo de repositório de conhecimento, extremamente valioso para a organização.

Devido à variedade de equipamentos, fabricantes e principalmente a quantidade de falhas que podem ocorrer nestes equipamentos, o trabalho foi restringido à uma família de componentes denominados religadores automáticos, e à apenas dois fabricantes. O protótipo foca mais especificamente os controles eletrônicos responsáveis pelo automatismo dos comandos dos referidos equipamentos. A escolha foi feita em razão da importância e da quantidade dos equipamentos existentes na área de manutenção de subestações. Como subproduto do trabalho, pode-se destacar:

- a. Agilização o processo de aprendizado dos novos técnicos da área de manutenção de subestações da Copel Distribuição S/A;
- b. Padronização das atividades de manutenção de equipamentos (religadores automáticos) com vistas à obtenção da certificação ISO 9000 da equipe de manutenção eletroeletrônica;
- c. Treinamento dos profissionais não-especialistas na área de manutenção para que estes possam realizar os primeiros atendimentos em equipamentos que se encontram, fisicamente, longe da base da equipe de manutenção. Busca-se com isto diminuir o tempo dos atendimentos e soluções das anomalias destes equipamentos, que atualmente são elevados.

2.0 - A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS SISTEMAS ESPECIALISTAS

A preocupação com a reprodução da inteligência, que procura obter computadores que executem tarefas de forma similar ao raciocínio humano, delimitou uma área denominada Inteligência Artificial (IA). Surgiram também, os SE, programas computacionais capazes de tratar um determinado problema, num domínio específico, imitando o comportamento de um especialista humano (RIBEIRO, 1993).

Conforme Lustosa (2004), a IA é um dos ramos de estudo mais recentes da Ciência da Computação. Tecnologias como as de Agentes Inteligentes, Sistemas Especialistas, Redes Bayesianas e Sistemas Tutores Inteligentes estão cada vez mais próximas das pessoas comuns.

Surgiram, então, programas de propósitos especiais, especialistas em alguma área restrita, denominados de Sistemas Especialistas (SE). Estes SE são Sistemas de Inteligência Artificial criado para resolver problemas em um determinado domínio, cujo conhecimento utilizado é fornecido por pessoas com alta capacitação, conhecidos pela denominação de especialistas (WARTERMAN, 1986).

Para que um sistema seja considerado especialista, Barone (2003) coloca que alguns componentes são essenciais à sua caracterização, são eles: base de conhecimento, mecanismo de inferência, explanação e aquisição de conhecimento.

3.0 - ESTUDO DE CASO

Através do Decreto nº 14.947 de 26 de outubro de 1954, assinado por Bento Munhoz da Rocha Netto, o Governo Estadual criou a Copel – Companhia Paranaense de Energia Elétrica (hoje apenas Companhia Paranaense de Energia), tendo como base principal para a integralização de seu capital o Fundo Estadual de Eletrificação.

A Copel, preocupada com a preservação do capital intelectual, busca incentivar a formação de uma cultura interna destinada a valorizar o compartilhamento das informações e das experiências acumuladas em suas diversas áreas de atuação.

Segundo o diretor de gestão corporativa da Copel, Luiz Antônio Rossafa, "O patrimônio cultural, científico e tecnológico desenvolvido pela Copel em seus 50 anos de existência é uma riqueza de valor incalculável que pertence à coletividade paranaense e que deve ser usado no atendimento de seus interesses. O conhecimento acumulado pela empresa deve ser direcionado prioritariamente à promoção da cidadania e ao progresso do Paraná, que constituem a própria razão de existência da Copel".

Uma maneira encontrada pela empresa para a retenção de conhecimento quando do desligamento de um especialista foi buscar a transferência de conhecimento dos técnicos para uma base de conhecimento de um SE. A seguir serão apresentadas as etapas de da criação da base de conhecimento.

3.1 Projeto do SE

Um SE baseado em regras de produção acumula conhecimento através de uma base de regras. Todavia, no processo de engenharia de um SE, antes da criação de regras, é necessário a definição de variáveis do sistema como seus respectivos valores. Após essa etapa dá-se então a criação das regras de produção. As variáveis do SE foram criadas para representar todas as localizações das falhas e todas as soluções para estas falhas dos religadores. Segue abaixo algumas das variáveis definidas no sistema:

- a. Nome da variável: **fabricante**; Valores: **(McGraw Edson), (Cooper/Weco)**; Tipo: **univalorada**;
- b. Nome da variável: **bateria com os bornes oxidados**; Valores: **(sim), (não)**; Tipo: **univalorada**;
- c. Nome da variável: **proteção**; Valores: **(não abre pela proteção de terra), (não abre por nenhuma das proteções [fase e terra]), (não abre pela proteção de fase)**; Tipo: **univalorada**;
- d. Nome da variável: **situação encontrada**; Valores: **(Não fecha), (Não realiza o reset [retorno a posição inicial] ou temporiza com erro > 10%), (Temporiza a abertura com erro > 10 %), (Não abre), (Seleciona estágio de abertura/religamento incorretamente), (Abre pela proteção com erro > 10%), (Temporiza o religamento com erro > 10 %)**; Tipo: **univalorada**.

Depois de definido o conjunto de variáveis do domínio do SE, com o auxílio dos especialistas, dá-se então a definição das regras de produção. O SE utiliza regras de produção para modelar o conhecimento humano, tornando-o ideal para resolução de problemas de seleção, cujo uma determinada resposta deve ser atingida a partir de um conjunto de seleções (NOGUEIRA *et al.*, 1995).

Quando o conhecimento é expresso através de um conjunto de relações do tipo SITUAÇÃO-AÇÃO, sendo estruturado por uma série de relações SE-ENTÃO. De uma forma geral, pode-se dizer que uma regra consiste de duas partes: um lado onde se determina a aplicabilidade e outro lado que se descreve a ação a ser executada caso a regra seja aplicada (RIBEIRO, 1993).

Seguem a seguir alguns exemplos de regras definidas no SE:

Regra 1

SE fabricante = McGraw Edson

E situação encontrada = Não fecha

E fechamento = manual

E tensão alternada em condições normais = Não

E fusíveis de entrada de CA = Não

ENTÃO localização da falha religador = fusíveis de CA queimados CNF 100%

Solução para a falha do religador = verificar a ausência de curto-circuito e providenciar a substituição dos fusíveis de CA. CNF 100%

Regra 2

SE fabricante = McGraw Edson

E situação encontrada = Não fecha

E fechamento = manual

E tensão alternada em condições normais = Não

E fusíveis de entrada de CA = Sim

E cartão source protection = Não

ENTÃO localização da falha religador = cartão source protection danificado

CNF 100%

solução para a falha do religador = substituir o cartão source protection CNF 100%

Regra 105**SE fabricante = McGraw Edson****E situação encontrada = Abre pela proteção com erro > 10%****E abertura c/erro > 10% = terra****E cartão ground trip 1 = Sim****E resistor de mínimo trip de terra = Sim****E transformador de acoplamento de terra = Sim****E cartão input plug = Sim****E cabo de interligação controle-mecanismo = Não****ENTÃO localização da falha religador = cabo de interligação controle mecanismo rompido ou com mau contato CNF 100%****solução para a falha do religador = substituir o cabo de interligação entre controle e o mecanismo ou limpar seus contatos CNF 100%**

Foram projetadas 247 regras (base do conhecimento) a partir das seguintes fontes:

- Manuais dos Fabricantes dos Equipamentos: Nesta etapa foram extraídas todas as informações possíveis sobre as características e formas de abordagens de um equipamento, quando da ocorrência de uma falha.
- Conhecimentos dos Especialistas: Foi uma das etapas mais difíceis, pois na maioria das vezes o especialista tem dificuldade de verbalizar seu conhecimento. É muito complexo transformar conhecimento humano em regras.
- Sistema de Gerenciamento de Manutenções de Subestações: Foi realizada a extração das informações sobre todas as causas, os efeitos e as falhas dos equipamentos utilizados no sistema e arquivados nas ordens de serviços da empresa.

3.2 Criação da Interface com o Usuário

Um sistema especialista implementado com o Expert SINTA comunica-se com o usuário final através de *menus* de múltipla escolha (ou escolha simples, se a variável em questão for univalorada). Estes *menus* são construídos automaticamente pela *shell*, mas alguns detalhes devem ser fornecidos pelo criador da base (NOGUEIRA *et al*, 1995).

Por exemplo, a pergunta realizada pelo mecanismo de inferência deve ser personalizada para que seja inteligível. Quando o Expert SINTA necessita perguntar o valor de determinada variável, ele cria uma sentença genérica do tipo "Qual o valor de x?", onde x é o nome da variável. Deve-se criar uma sentença mais clara através do editor de interface.

A seguir, serão apresentadas algumas perguntas que o usuário terá que responder durante o modo de consulta do sistema proposto:

Variável: **fabricante**

Pergunta: "**Qual o fabricante do equipamento?**"

Variável: **situação encontrada**

Pergunta: "**Qual é situação encontrada no equipamento?**"

Variável: **abertura**

Pergunta: "**O defeito do equipamento é na abertura manual ou pela proteção?**"

Variável: **carregador de baterias em condições normais**

Pergunta: "**O carregador de baterias está em condições normais (fornece corrente e tensão para as baterias)?**"

Variável: **transformador do carregador de baterias**

Pergunta: "**A tensão de saída do transformador do carregador está OK?**"

Variável: **cartão battery charger**

Pergunta: "**O cartão do battery charger fornece tensão de 31 a 33 Vcc?**"

As perguntas do sistema obedecem a uma seqüência lógica, facilitando o entendimento do usuário não-especialista.

3.3 Validação do sistema com a participação dos técnicos novos

O primeiro método de avaliação foi aplicado com os técnicos novos, contratados recentemente pela Copel. Nesta avaliação foram realizadas simulações de defeitos em um controle eletrônico de religador automático, fabricado pela McGraw Edson.

O propósito da aplicação deste método foi a comparação dos tempos que os técnicos novos levaram para identificar a localização da falha do religador, com e sem a utilização do sistema. Sendo esta localização um dos objetivos da consulta ao SE.

Alguns dos procedimentos adotados para este método de validação foram os seguintes:

- a. Foram realizados quatro testes para aplicação deste método (testes A, B, C e D);
- b. Para a realização dos testes, os técnicos deveriam possuir conhecimentos básicos em eletricidade e manuseio de instrumentos de medição;
- c. Os defeitos simulados foram de fácil solução, de acordo com nível de conhecimento dos participantes;
- d. Dois técnicos com apenas dois meses de experiência na área, participaram destes processos, aqui identificados por: T1 e T2;
- e. Para cada teste realizado, os técnicos iniciaram suas investigações a partir de uma situação encontrada, totalizando em duas situações (S1 e S2);
- f. Os técnicos identificaram duas localizações de falhas para o controle eletrônico do religador, identificadas aqui como: L1 e L2;
- g. Foi estabelecido um tempo máximo de 10 minutos para que os técnicos identificassem tanto a L1 quanto a L2. Um especialista realiza qualquer uma destas tarefas com a metade do tempo estabelecido;

Os tempos (T_c e T_s) que os técnicos levaram para resolver os problemas apresentados serão mostrados na Tabela 2.

3.4 Validação do sistema com a participação dos especialistas

O outro método de avaliação foi aplicado com os especialistas na área. Nesta avaliação foram realizadas simulações de defeitos no mesmo tipo de equipamento que foi utilizado nos testes com os técnicos novos.

A aplicação deste método teve como foco a comparação das conclusões chegadas após as investigações, ou seja, a identificação da localização da falha do religador, com e sem a consulta ao SE. Não foi levado em conta o tempo de resolução dos problemas.

Os procedimentos adotados para este método de validação foram os seguintes:

- a. Dez testes foram realizados para aplicação deste método (testes A, B, C, D, E, F, G, H, I e J);
- b. Para a realização dos testes, os especialistas foram escolhidos pelo tempo de experiência na manutenção do equipamento;
- c. Os defeitos simulados foram de média e grande complexidade, proporcional ao grau de conhecimento dos participantes;
- d. Cinco especialistas, com o mínimo de três anos de experiência na área participaram deste processo, aqui identificados por: E1, E2, E3, E4 e E5;
- e. Para cada teste realizado, os técnicos iniciaram suas investigações a partir de uma situação encontrada. Cada técnico investigou duas das situações possíveis;
- f. Foram simuladas cinco situações diferentes (S1, S2, S3, S4 e S5);
- g. Os especialistas identificaram duas localizações de falhas para o controle eletrônico do religador;
- h. O total de localizações de falhas identificado foi cinco, aqui representadas como: L1, L2, L3, L4 e L5;

- i. Para realizarem os testes de A a E, os especialistas usaram apenas instrumentos de medição (multímetros), um diagrama do controle eletrônico e um ensaiador de controles eletrônicos (Multi-amp), ou seja, sem o uso do SE;
- j. Para realizarem os testes de F a J, os especialistas usaram o SE, além das ferramentas utilizadas nos testes de A a E;

Os resultados dos testes com especialistas serão apresentados na (Tabela 3).

3.5 Resultados dos testes com os técnicos novos

O objetivo destes testes foi a identificação de defeitos com e sem o uso do SE (foco no tempo de resolução). Será apresentada uma legenda (Tabela 1) com as informações necessárias para facilitar a interpretação dos resultados dos testes (Tabela 2):

Tabela 1 - Legenda para os testes com os técnicos novos

Identificação	Descrição
S1	Situação encontrada = Não abre(manual)
S2	Situação encontrada = Não fecha(manual)
L1	Localização da falha do religador = bateria
L2	Localização da falha do religador = fusível do fechamento queimado
T1	Técnico 1
T2	Técnico 2
Tc	Tempo de solução com o uso do SE
Ts	Tempo de solução sem o uso do SE
TESTE A	Investiga S1 conclui com L1 sem o auxílio do SE
TESTE B	T2 investiga S1 conclui com L1 com o auxílio do SE
TESTE C	T1 investiga S2 conclui com L2 com o auxílio do SE
TESTE D	T2 investiga S2 conclui com L2 sem o auxílio do SE

Tabela 2 - Resultados dos testes com os técnicos novos

	Técnico	Situação encontrada	Localização da falha	Ts (min)	Tc (min)
Teste A	T1	S1	L1	09:23	xxx
Teste B	T2	S1	L1	xxx	05:15
Teste C	T1	S2	L2	xxx	06:20
Teste D	T2	S2	L2	10:00	xxx

Como os testes A e D foram resolvidos com base nas experiências individuais, ou seja, cada técnico realizou a investigação do problema de forma intuitiva e não padronizada, optou-se por apresentar apenas a seqüências das resoluções dos testes B e C. Estes foram resolvidos com o auxílio do sistema SE. No Teste D apresentado na Tabela 2, o Ts apresentado de 10 minutos foi o prazo máximo estipulado para o teste.

Conforme os resultados expressos na (Tabela 2), os tempos de soluções dos problemas foram bem mais elevados, quando realizados de forma intuitiva pelos não-especialistas, do que os realizados com o auxílio sistema.

3.6 Resultados dos testes com os especialistas

O objetivo deste teste foi a identificação de defeitos com e sem o uso do SE (foco na resolução do problema, ou seja, atingir a mesma solução pelos dois métodos). Será apresentada no quadro abaixo (Tabela 3), uma legenda com as informações necessárias para interpretação dos resultados dos testes (Tabela 4):

Tabela 3 - Legenda para os testes com os especialistas

Identificação	Descrição
S1	Situação encontrada = Não abre(proteção de terra)
S2	Situação encontrada = Não fecha(religamento)
S3	Situação encontrada = Selec. estágio de abertura de terra incorretamente
L2	Localização da falha do religador = plug de temporização de religamento
L3	Localização da falha do religador = cartão diode only
L4	Localização da falha do religador = cartão phase 2
L5	Localização da falha do religador = cartão ground 2
E1	Especialista 1
E2	Especialista 2
E3	Especialista 3
E4	Especialista 4
E5	Especialista 5
TESTE A	E1 investiga S1 conclui com L1 sem o auxílio do SE
TESTE B	E2 investiga S2 conclui com L2 sem o auxílio do SE
TESTE C	E3 investiga S3 conclui com L3 sem o auxílio do SE
TESTE D	E4 investiga S4 conclui com L4 sem o auxílio do SE
TESTE E	E5 investiga S5 conclui com L5 sem o auxílio do SE
TESTE F	E1 investiga S5 conclui com L5 com o auxílio do SE
TESTE G	E2 investiga S4 conclui com L4 com o auxílio do SE
TESTE H	E3 investiga S2 conclui com L2 com o auxílio do SE
TESTE I	E4 investiga S3 conclui com L3 com o auxílio do SE
TESTE J	E5 investiga S1 conclui com L1 com o auxílio do SE

Tabela 4 - Resultados dos testes com os especialistas

	Especialista	Situação Encontrada	Localização da Falha	Com/Sem SE
Teste A	E1	S1	L1	SEM
Teste B	E5	S1	L1	COM
Teste C	E2	S2	L2	SEM
Teste D	E3	S2	L2	COM
Teste E	E3	S3	L3	SEM
Teste F	E4	S3	L4	COM
Teste G	E4	S4	L4	SEM
Teste H	E2	S4	L4	COM
Teste I	E5	S5	L5	SEM
Teste J	E1	S5	L5	COM

Utilizando o mesmo critério adotado nos testes com os técnicos novos, optou-se por apresentar apenas a seqüência das resoluções dos testes F a J, que foram resolvidos com o auxílio do sistema SE.

Conforme a Tabela 4, tanto com o uso do SE como sem o uso foi possível ao especialista a resolução do problema proposto.

A amostragem para os testes foi pequena devido ao reduzido número de técnicos disponíveis na área.

4.0 - CONCLUSÃO

Concluí-se com os resultados dos testes de aplicação, que o protótipo de SE atingiu os objetivos propostos. Apesar da pequena amostragem (principalmente devido ao número reduzido de especialistas disponíveis) os resultados alcançados através dos testes com os técnicos novos, mostraram uma redução entre 40 a 50% dos tempos de resolução dos problemas com o auxílio do SE. Foram comprovadas as hipóteses de redução do tempo

de identificação da localização das falhas no controle eletrônico, a padronização das investigações dos defeitos simulados no equipamento e a precisão do sistema verificada através dos testes com os especialistas, pois para 100 % dos defeitos apresentados, os especialistas chegaram as mesmas soluções, tanto com ou sem o auxílio do SE.

O protótipo SE não garante isoladamente o sucesso da localização e solução das falhas dos religadores, pois o usuário tem que realizar ensaios no equipamento para a comprovação dos mesmos, porém o SE norteia o não-especialista, conduzindo-o a solução dos problemas.

O SE foi capaz de reter conhecimento dos especialistas e permitiu o uso com não especialista dessa base de conhecimento. Dessa forma, pode-se afirmar que a demanda por especialistas pode diminuir e o problema da escassez dos técnicos tenderá a se reduzir.

Como sugestões para trabalhos futuras e expansão do SE, ficam:

- a. Construção de novas bases de conhecimentos para atender os demais equipamentos de subestações;
- b. Adaptação do sistema especialista para possibilitar a sua utilização em dispositivos móveis;
- c. Inclusão de um terceiro objetivo na consulta ao SE, ou seja, o sistema mostraria para o usuário as possíveis causas que levaram o religador a falhar. Detectando-se as causas, pode-se reduzir consideravelmente a quantidade de falhas de um determinado equipamento, ou até mesmo bloqueá-las;
- d. Implementação de um sistema especialista que possibilite o acesso às bases de conhecimentos, através da rede Copel ou da Internet.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BARONE, D A.C. Sociedades Artificiais: A Nova Fronteira da Inteligência nas Máquinas, Porto Alegre: Bookman, 2003.
- (2) LIMA NETO, Á.C. Manutenção Centrada em Confiabilidade, apostila utilizada no Curso de Manutenção Centrada em Confiabilidade, ABRAMAN, 2004.
- (3) LUSTOSA, V. G. O Estado da Arte em Inteligência Artificial, Monografia. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2004.
- (4) NOGUEIRA, J. H.M; SILVA, R. B. de A; ALCÂNTARA, J. F. L. *et al* Expert SINTA v1. 1. Manual do Usuário, Laboratório de Inteligência Artificial-LIA, Depto de Computação. Fortaleza: UFC – Universidade Federal do Ceará, 1995. Disponível em <<http://www.lia.ufc.br/~bezerra/exsinta/exsintashell.htm> > Acesso em: 05 jun. 2005.
- (5) RIBEIRO, G. M. Sistemas Especialistas para o Restabelecimento Automático de Subestações. Dissertação (Mestrado). Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, 1993.
- (6) WARTERMAN, D. A. A Guide to Expert Systems, 1ª ed., Addison-Wesley, 1986.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Antonio Airton Soares dos Santos

Nascido em Pelotas, RS em 05 de março de 1963.

Graduação (2005) em Bacharel em Sistemas de Informação: Faculdade Educacional de Ponta Grossa – PR;

Empresa: Copel Distribuição S/A, desde 1988;

Técnico Industrial de Eletrônica Especialista: Técnico de manutenção eletroeletrônica de subestações, desde 1988.