



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

GMI 14
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

ANÁLISE DE VIABILIDADE DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS APLICADOS AOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA DA ELETROSUL

Giuliano Pereira *

Cláudio Leandro Severino

ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

RESUMO

O presente estudo traz uma análise de viabilidade da aquisição de sistemas de monitoramento como padrão às futuras aquisições de transformadores de potência da Eletrosul. São comparados os métodos convencionais de manutenção adotados pela Eletrosul com a manutenção auxiliada pelos sistemas de monitoramento atualmente especificados pela Empresa, extraindo para esta avaliação, os custos de manutenção com e sem a utilização deste sistema, trazidos a valor presente.

A seleção dos dados adotados no estudo considera informações gerenciais e técnicas da Empresa e de fornecedores de equipamentos, além de fatores mercadológicos, econômicos e culturais. Os principais dados considerados são os valores patrimoniais dos transformadores, custos dos sistemas de monitoramento atualmente especificados pela Eletrosul, custos de manutenção dos transformadores, custos de manutenção e operação dos sistemas de monitoramento, valores de indisponibilidade dos transformadores, custo de capital da Empresa, histórico de falhas e aspectos de segurança.

Não são considerados os valores relativos a seguros, peças reservas, integração aos sistemas existentes na Eletrosul e diferenças de receita relativas ao investimento em sistemas de monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE

Subestação, Transformador, Monitoramento, Viabilidade, Eletrosul

1.0 - INTRODUÇÃO

Qualquer novo investimento em tecnologia no setor de energia elétrica deve ter como foco a melhoria da confiabilidade do sistema elétrico, de forma viável e sustentável, visando ganho para a empresa como um todo. Com o início das novas regras de comercialização de energia impostas à Eletrosul, ao fim de 2006, torna-se imprescindível a diminuição das frequências e tempos dos desligamentos para manutenção. A criação da CME - Central de Monitoramento de Equipamentos da ELETROSUL objetiva a otimização dos recursos de manutenção, o aumento da confiabilidade e a adequação da empresa às novas regras reguladoras associadas principalmente às intervenções no sistema.

Não há como negar a constante evolução tecnológica e as necessidades impostas pelo mercado, mas é necessário um criterioso estudo da viabilidade dessas novas tecnologias, considerando os impactos positivos e negativos na Empresa, além dos custos de implantação, operação e manutenção desses sistemas.

Os transformadores de potência do sistema da Eletrosul têm recebido maior investimento em sistemas de monitoramento em razão do seu elevado custo em relação a outros equipamentos, dos custos de manutenção e pela criticidade de eventos de falha desses equipamentos em relação à estabilidade do sistema.

2.0 - SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE TRANSFORMADORES ESPECIFICADOS PELA ELETROSUL

Baseado no documento do Cigré GT A2.23 Gerenciamento de Dados para Monitoramento e Avaliação da Condição operativa de Transformadores foram elaboradas as especificações técnicas dos sistemas de monitoramento de transformadores da Eletrosul. As especificações consideram o transformador dividido em subsistemas a serem monitorados:

2.1 Comutador:

- Assinatura característica de torque do motor de acionamento;
- Indicador de posição;
- Umidade e temperatura do óleo;

• 2.2 Resfriamento:

- Falha da ventilação forçada;

2.3 Parte Ativa:

- Umidade no óleo em ppm;
- Temperatura de topo do óleo, temperatura dos enrolamentos, corrente de carga, eficiência da refrigeração;
- Gases dissolvidos no óleo (H₂, CO, C₂H₂, C₂H₄)

2.4 Preservação de óleo:

- Alarme de ruptura de bolsa;

2.5 Buchas

- Corrente de fuga do isolamento;

3.0 - ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO OS TRANSFORMADORES DE FORÇA DA ELETROSUL

A metodologia de avaliação tem como base os eventos ocorridos envolvendo os transformadores de 525 kV e 230 kV. É considerada uma ocorrência todos os eventos que levem à falhas funcionais ou exijam manutenção corretiva. A base de dados compreende o período de 1996 a 2006, em uma média de 117 transformadores.

As ocorrências são classificadas conforme os subsistemas monitorados apresentados no Item 2, para que se tenha noção das eficiências dos itens de monitoramento separadamente. A Figura 1 mostra a distribuição das ocorrências por subsistemas.

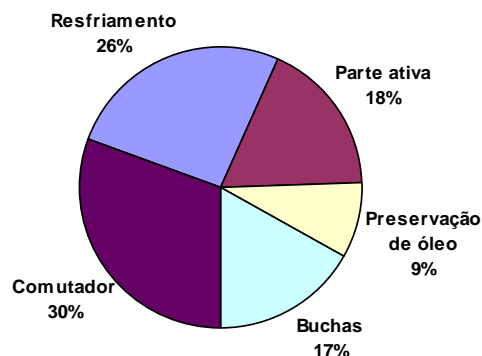


Figura 1 – Distribuição das ocorrências relativas aos transformadores 525 kV e 230 kV

Para avaliação dos sistemas de monitoramento propostos nas especificações, as ocorrências são classificadas em detectáveis ou não pelo sistema de monitoramento, evitáveis ou não pelo sistema de monitoramento e catastróficas ou não catastróficas. A Figura 2 apresenta as taxas de ocorrências anuais dos subsistemas baseada nas ocorrências analisadas.

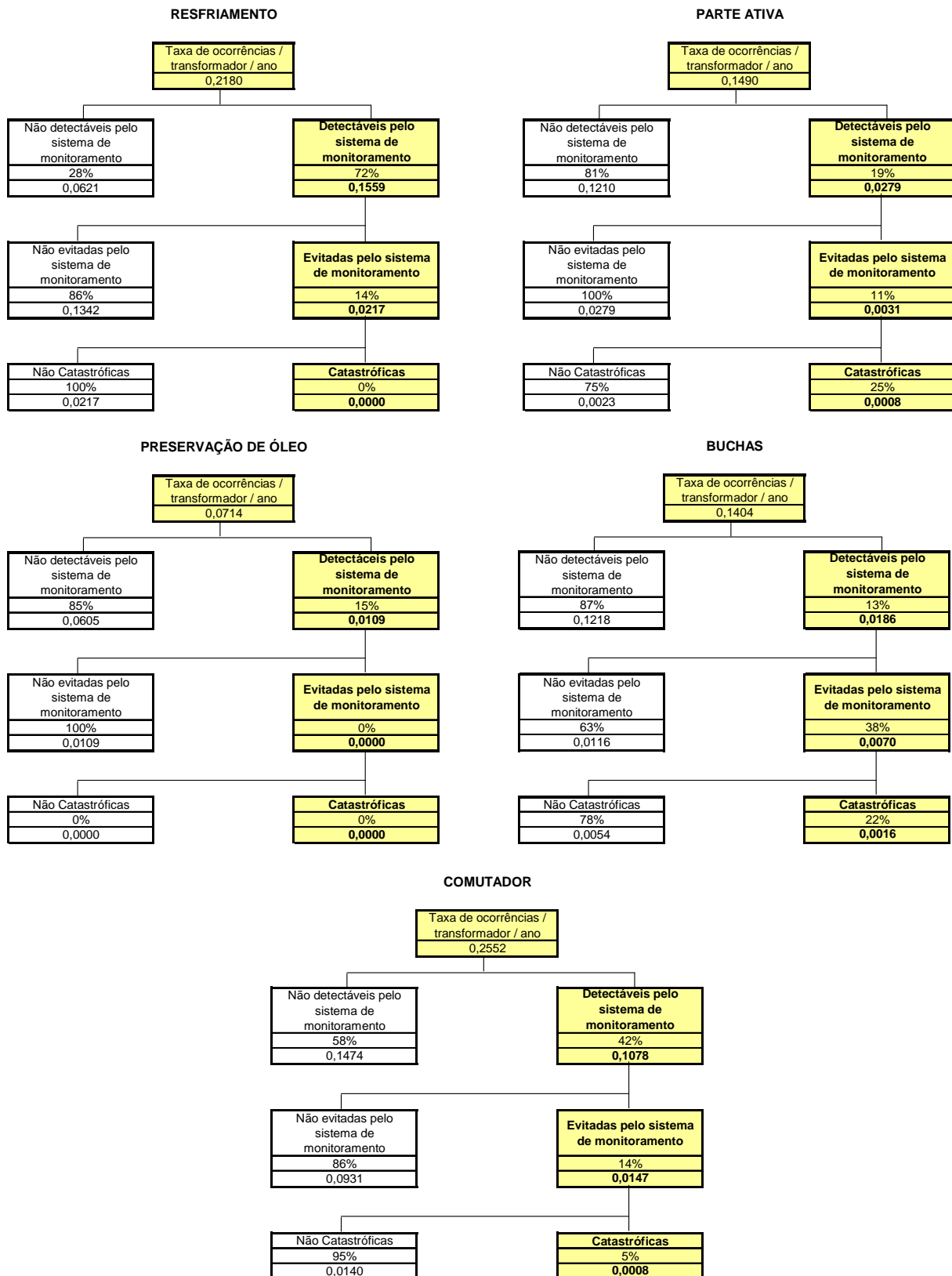


Figura 2 – Taxa de ocorrências nos transformadores por subsistema

4.0 - ANÁLISE DOS CUSTOS DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO DE TRANSFORMADORES DA ELETROSUL

Os custos do sistema de monitoramento de transformadores são baseados nas atuais especificações técnicas da ELETROSUL para transformadores trifásicos de 230/138 kV e banco de transformadores 525/230 kV, a partir de recentes orçamentos dispostos por fornecedores. Os custos estão estratificados por subsistemas, e os sistemas de integração estão incluídos proporcionalmente ao custo de cada subsistema. A figura 3 mostra a relação percentual do investimento em um sistema de monitoramento especificado em relação ao custo total do transformador. A figura 4 mostra a distribuição dos custos do monitoramento por subsistemas.

Relação de Custos Monitoramento / Transformador	
230/138 kV	Banco 525/230 kV
6%	3%

Figura 3 – Percentual do sistema de monitoramento frente ao custo do transformador

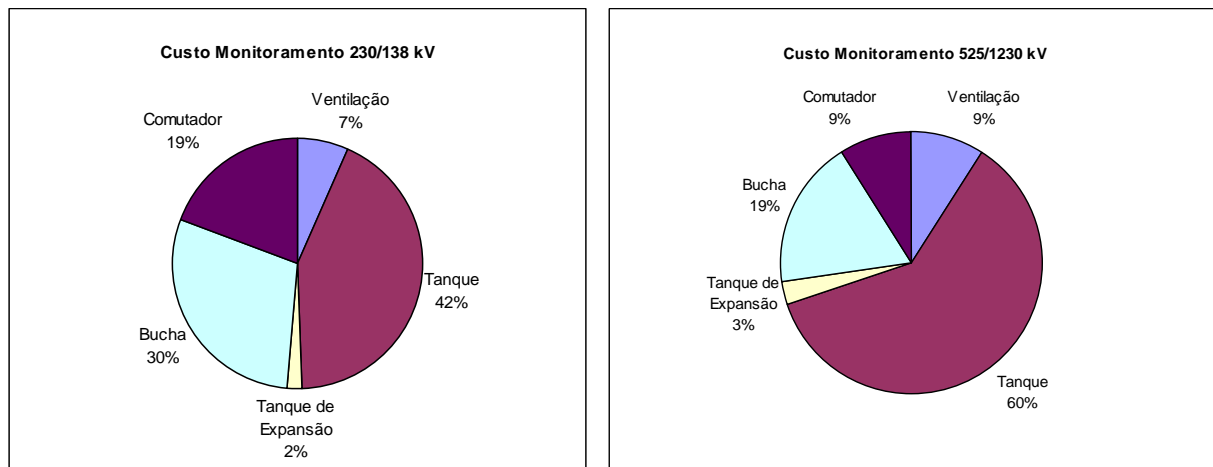


Figura 4 – Distribuição dos custos do monitoramento por subsistemas

5.0 - ANÁLISE DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DOS TRANSFORMADORES DA ELETROSUL

Os custos de manutenção apresentados na análise consideram custos médios de homem-hora, material e serviços envolvidos nas manutenções preventivas e corretivas dos transformadores da ELETROSUL, assim como os custos de indisponibilidade média destes serviços de manutenção, desde as mais simples intervenções até falhas catastróficas, associadas às respectivas taxas de ocorrências, obtendo-se assim, os custos anuais de manutenção por transformador. Os custos de indisponibilidade são calculados baseados na nova legislação considerando o valor de parcela variável para transformadores de 230 kV e 525 kV.

São considerados também os custos de manutenção dos sistemas de monitoramento. Como ainda não há base de dados suficiente para estimar estes custos de manutenção, será atribuído um custo de 1% ao ano do valor de cada subsistema. A vida útil dos sistemas computacionais é estimada em 5 anos e sua atualização também é considerada.

Para análise da viabilidade dos sistemas de monitoramento são considerados os valores de investimento nos sistemas de monitoramento e a diferença entre os custos de manutenção para transformadores sem sistema de monitoramento e transformadores com monitoramento on-line, num horizonte de 10 anos. A taxa de atratividade considerada é de 12%a.a.

A figura 5 e figura 6 mostram as comparações dos custos de manutenção de 1 transformador, divididos pelos subsistemas, conforme os critérios descritos.

Percebe-se que os custos de implantação e manutenção são mais elevados em transformadores com sistemas de monitoramento, considerando os critérios atribuídos. Isto se deve principalmente ao alto custo dos sensores, além do baixo índice de falhas catastróficas do sistema.

A instalação de sensores, tornando alguns itens de manutenção preditivos e diminuindo a quantidade manutenções preventivas, também não justifica o investimento. Em alguns casos os custos de manutenção dos sistemas de monitoramento é mais alto do que as manutenções preventivas dos itens monitorados.

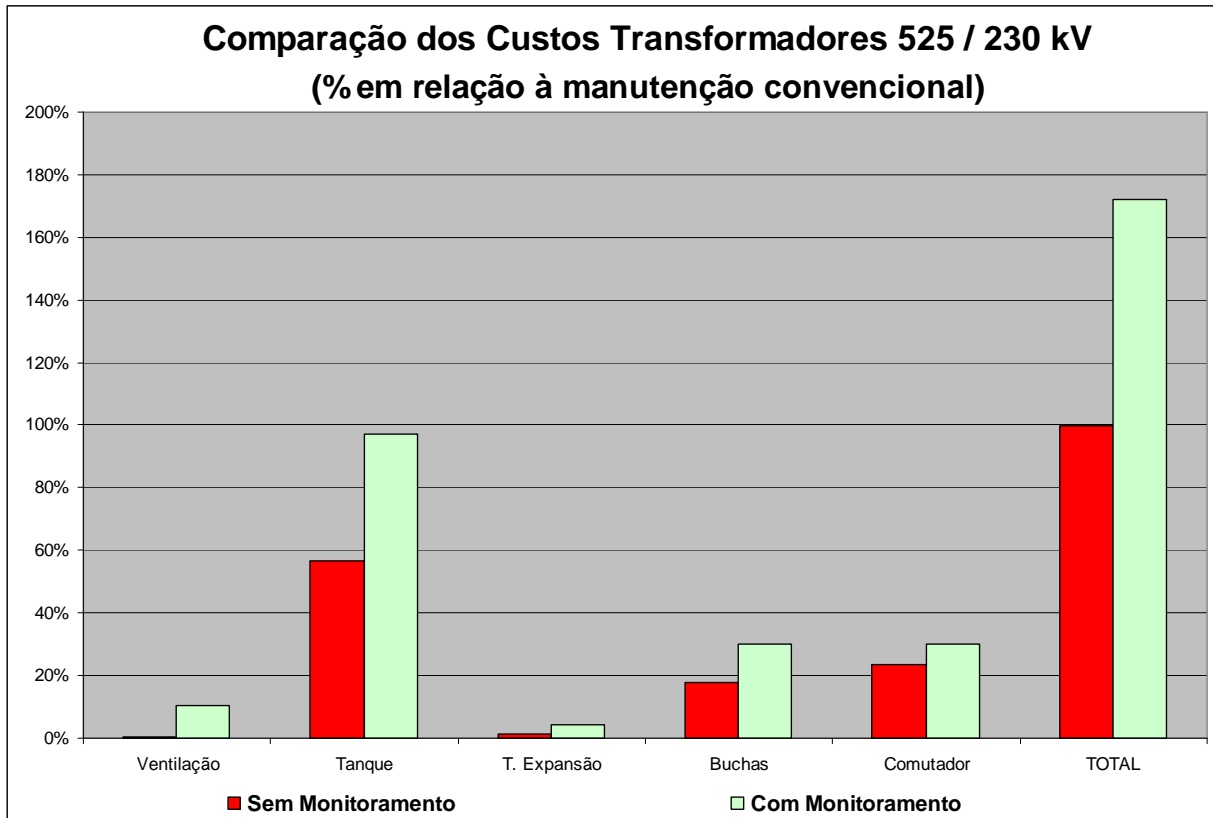


Figura 5 – Comparação dos custos de manutenção para um transformador de 138 / 230 kV

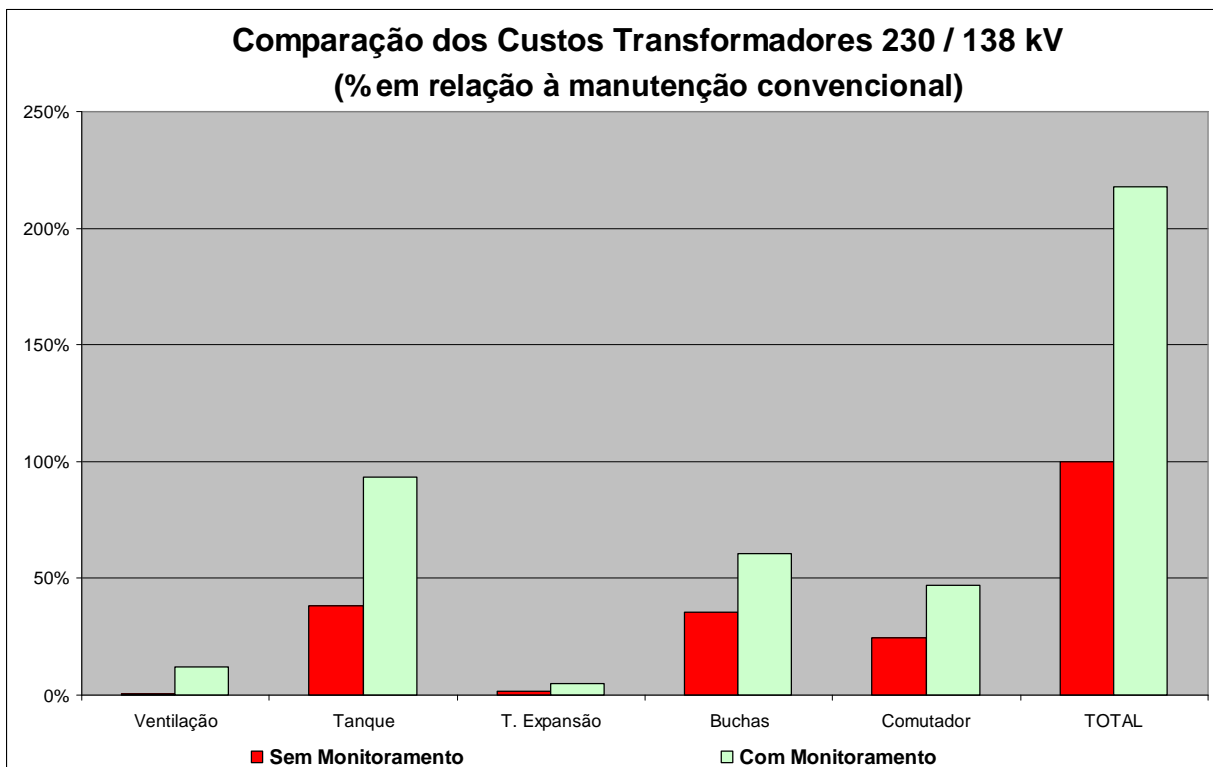


Figura 6 – Comparação dos custos de manutenção para um transformador de 230 / 525 kV

6.0 - CONCLUSÃO

Pode-se concluir a partir do presente estudo que os sistemas de monitoramento on-line de transformadores de potência, desta forma especificados, não devem ter sua utilização padronizada a todos os transformadores.

É válido esclarecer que o estudo engloba apenas os sistemas de monitoramento on-line adquiridos junto aos novos transformadores, e tornar esse tipo de sistema um padrão para todas as especificações técnicas em novas aquisições poderá onerar os custos de implantação dos sistemas de transmissão, sem trazer o retorno esperado.

O elevado investimento acerca destes sistemas deve ser considerado, e a aquisição de sensores deve ser estudada individualmente, levando-se em conta a importância de cada transformador para o sistema utilizando técnicas como a manutenção centrada na confiabilidade, os custos e manutenção e indisponibilidade, e a avaliação do ganho em cada item a ser monitorado em relação ao monitoramento associado.

Os resultados não inviabilizam os esforços envidados em torno da melhoria dos diagnósticos do estado operativo dos equipamentos e a otimização dos recursos de manutenção da empresa através de inovações tecnológicas.

A busca por novos mecanismos de predição de falhas e a evolução da tecnologia de informação para sensoriamento remoto dessas falhas, têm sido alvo de estudos por fornecedores, concessionárias e institutos de pesquisas, o que inevitavelmente, num futuro próximo, viabilizará o uso dos sistemas de monitoramento como ferramenta indispensável à gerência e engenharia de manutenção das empresas do setor elétrico.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Economics of Transformer Management – Transformer Tutorial – J. Albin – III Workspot - Florianópolis – 2003
- (2) Gerenciamento de Dados para Monitoramento e Avaliação da Condição Operativa de Transformadores (GDMT) – CIGRÉ – GT A2.23 – 2006
- (3) Resolução Normativa ANEEL - Estabelece as disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, associada à disponibilidade das instalações integrantes da Rede Básica – Minuta – 2007.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Giuliano Pereira

Nascido em Florianópolis, SC em 06 de junho de 1975.

Pós Graduação MBA Gerenciamento de Projetos – FGV (2006); Graduação (2000) em Engenharia Elétrica: Universidade Federal de Santa Catarina

Empresa: Eletrosul Centrais Elétricas, desde 2005

Engenheiro de Manutenção de Sistemas

Cláudio Leandro Severino

Nascido em Itajaí, SC em 16 de setembro de 1971.

Graduação (1996) em Engenharia Elétrica: Universidade Federal de Santa Catarina

Empresa: Eletrosul Centrais Elétricas, desde 2006

Engenheiro de Manutenção de Sistemas