

GRUPO - I

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH

MONITORAMENTO DO BAIXO ISOLAMENTO DO MANCAL DO COMPENSADOR SÍNCRONO CS01 – STVT.O

Alcebiades Rangel Bessa (*)
FURNAS

Fabício de Souza Henriques
FURNAS

Flávio Cesar Guimarães Ávila
FURNAS

Luiz Carlos de Menezes Júnior
FURNAS

Rodney Cypreste Oliveira
FURNAS

RESUMO

Este trabalho foi baseado na apuração da falha do compensador síncrono CS01 da subestação de Vitória – STVT.O, pertencente a Furnas Centrais Elétricas - FURNAS, detectado durante a inspeção de rotina, onde a equipe de operação da subestação observou que a isolamento do eixo havia diminuído. A origem e o monitoramento desta falha fogem aos padrões de ação recomendados pelo fabricante. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é divulgar a descoberta da origem deste problema, alertando os demais agentes do setor elétrico e compartilhando a solução desenvolvida pela equipe de engenharia de FURNAS para seu monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE

Mancal, Monitoramento de Isolamento, Compensador Síncrono, Correntes de Eixo, Monitoramento de Óleo.

1.0 - INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo possui uma área territorial de 46.096,9 km² e população de 3,93 milhões de habitantes, tendo no setor de serviços e indústrias suas principais atividades, dentre estas, atividade portuária, petróleo, rochas ornamentais, granito, além da diversificada atuação na agricultura com destaque para o plantio de café.

A geração de energia no estado é responsável por 30% do total consumido (ARSP, 2016), demonstrando sua forte dependência da energia produzida em outras regiões do país. Conforme mostrado na Figura 1, atualmente, o Espírito Santo é conectado ao Sistema Interligado Nacional - SIN por meio das linhas de transmissão Mesquita/Viana II, com tensão de 500 kV; Viana II/Viana; Campos/Vitória, Campos/Viana, Viana/Vitória e Padre Fialho/Vitória, ambas de 345 kV; Aimorés/Mascarenhas, e Mascarenhas/Verona, ambas com tensão de 230 kV.



Figura 1. Ligação do Sistema Elétrico do ES ao SIN em operação.

A subestação de Vitória, de 345/138kV, é uma das maiores subestações de transmissão do estado do Espírito Santo em carga instalada, com 4 bancos de transformação de 225MVA cada, atendendo diretamente as principais cargas elétricas da região. A compensação de reativos desta é feita por 12 bancos de capacitores de 10 MVar, 2 bancos de reatores de 60 MVar e 01 compensador síncrono de 60/-30 MVar – CS01, atualmente está em fase de montagem e comissionamento outro compensador síncrono – CS02 de mesma potência.

Neste cenário eletroenergético em operação, o compensador síncrono CS01 é a única máquina deste tipo atualmente em operação no estado, o que ressalta sua importância para o planejamento de operação energética.

A manutenção deste tipo de equipamento realizada pela equipe de FURNAS é baseada nos manuais e recomendações do fabricante, aliado as técnicas de engenharia de manutenção desenvolvidas pela empresa e histórico destes ao longo dos anos. Nesse contexto FURNAS desenvolveu um acervo com diversos Manuais Técnicos de Campo – MTC. No processo de manutenção da empresa é utilizado a Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC como instrumento de gerenciamento da manutenção. Além das instruções gerais de manutenção deste equipamento, há um MTC específico padronizando ensaios e verificações a serem feitos na manutenção preventiva do Compensador Síncrono, documento IC 99.02.ZZZ.00/19-R0, estabelecendo as periodicidades e as atividades a serem desenvolvidas.

2.0 - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Nesta seção serão apresentados os dados característicos do compensador avaliado, os fatos que antecederam a descoberta da falha, as ações para investigação da causa do problema e as medidas executadas.

2.1 Características do Compensador Síncrono CS01

O compensador síncrono CS01 da Subestação de Vitória é um equipamento fabricado pela ASEA no ano de 1964. A máquina possui eixo horizontal, com dois mancais, totalmente fechada e resfriamento à hidrogênio. A máquina é projetada para um resfriamento do gás e dos mancais através de circulação fechada de água, que troca o calor com o ambiente externo através de sistema de resfriamento a água.

O corpo da máquina está ao ar livre e é a prova de explosão, tendo sua excitatriz diretamente acoplada. A máquina é feita em quatro seções aparafusadas juntas com abertura de inspeção em ambas extremidades, na parte superior e no corpo da excitatriz.

A carcaça do estator é uma construção soldada em uma única peça, mantendo dessa forma a estanqueidade da máquina. O enrolamento do estator é conectado em Y com terminais de neutro estendidos aos terminais dos transformadores de corrente de neutro localizados sob o corpo da excitatriz.

O rotor possui um enrolamento amortecedor contínuo constituído de barras de cobre que após passar pela base do pólo são conectados em curto circuito, gaiola de esquilo. A Figura 2 apresenta a máquina síncrona CS01 em operação e durante a manutenção decenal.



(a) Equipamento instalado em operação (b) Equipamento desmontado durante manutenção

Figura 2. Compensador Síncrono CS01

As principais características elétricas da máquina estão resumidas na Tabela 1:

Tabela 1 – Características elétricas do compensador síncrono CS01

Tipo	G1920
Classe	60.000kVar
Tensão	13.800V
Corrente	2510A
Excitação	230V, 925A
Velocidade	900 RPM
Máx. Velocidade Permissível	1125 RPM
Classe de Isolação Estator	B
Classe de Isolação Rotor	F
Pressão do gás hidrogênio	15 psig.
Momento de Inércia (GD ² /4)	17250 kgm ²
Resistência de neutro (20°C)	1576 ohms

2.1.1 Características do Mancal do Compensador Síncrono CS01

As caixas dos mancais são auto alinhadas, de aço fundido apoiadas num pedestal de aço soldado, ver Figura 3. Os mancais possuem uma camada de babbitt especial para evitar o contato direto com a estrutura de suporte. As metades inferiores possuem um bom acabamento e não possuem passagem de óleo. A borda de entrada produz um filme uniforme de óleo de alta pressão sobre toda a superfície de trabalho.



Figura 3. Mancal da máquina síncrona CS01

Cada mancal é fornecido com 04 anéis pescadores de óleo. O óleo sai do mancal nas extremidades, passa através dos resfriadores, antes de voltar ao depósito onde é novamente colhido pelo anel do óleo.

O depósito de óleo é dividido em três compartimentos por barreiras que permitem que o óleo flua de um compartimento a outro apenas pelo fundo do depósito. O óleo aquecido entra pela parte superior do compartimento externo, passa através dos resfriadores antes de entrar ao compartimento interno onde será novamente colhido pelos anéis.

O óleo é conduzido à parte superior do mancal pelos anéis de óleo, que estão apoiados no eixo e mergulhados na caixa de óleo, sendo distribuído pela superfície e descartado através de dutos e furos na extremidade da parte inferior. Os arremessadores de óleo em ambas as extremidades do munhão, combinados ao selo de latão com gumes de faca, mantém o óleo no mancal e evita a penetração de pó. Na parte externa ao corpo da máquina, existem indicadores de nível de óleo para ambos os mancais.

Para proteger o sistema de óleo dos mancais contra sobrepressões, existe uma válvula de segurança “Barksdales” instalada na tubulação de alta pressão do óleo, uma em cada mancal. Esta válvula pode ser ajustada entre 35-400 psig. O ajuste recomendado é 360 psig.

Cada mancal possui um resfriador do óleo, constituído do mesmo material que os resfriadores do condensador. Cada resfriador possui um indicador de fluxo ASEA do tipo TIVD colocado na tubulação de água de resfriamento. Este indicador é equipado com contatos elétricos de sinalização, com as funções de alarme e bloqueio da partida.

A supervisão térmica do óleo do mancal é realizada através de 02 sensores de temperatura do tipo PT100. As medições de temperatura são tratadas em um painel auxiliar da máquina com as funções de alarme, trip e bloqueio de partida da máquina.

Existem dois indicadores de nível de óleo dos mancais, com contatos de sinalização de nível alto e baixo. Os contatos de sinalização são conectados para dar alarme, parar a máquina e bloquear a partida.

2.1.2 Supervisão do anel de óleo de lubrificação

Os anéis pescadores de latão possuem um elemento de aço, o qual induz uma tensão em uma bobina de imantação montada na parte superior dos anéis. Esta tensão alimenta um relé de subtensão no painel CA.

Existem 08 relés de subtensão, um para cada anel de óleo. Os mesmos são montados em uma única armação. A mínima velocidade de deslocamento deve ser ajustada para não ficar abaixo de 35 rpm. Quando a velocidade do anel ficar abaixo do valor ajustado é dado um alarme geral.

2.1.3 Supervisão de tensão nos mancais

Tensões induzidas no eixo podem causar correntes relativamente elevadas através dos mancais, as quais podem causar rapidamente danos na superfície do munhão, caso os mancais não sejam isolados. Ambas as caixas dos mancais são isoladas do corpo da máquina por este motivo. Cabos terminais são conectados em cada caixa de mancal para permitir uma verificação da isolação do mesmo. Existem duas escovas, uma em cada extremidade do eixo da máquina. A medição da isolação do mancal é feita por um voltímetro V8 instalado no painel CA, no cubículo dos equipamentos elétricos auxiliares. O voltímetro tem escala de 0 à 2,5 Volts. A inexistência de tensão no mancal mostra que a isolação do mancal está danificada e a máquina deve ser parada. A Figura 4 ilustra o diagrama elétrico de ligação do medidor V8 na máquina.

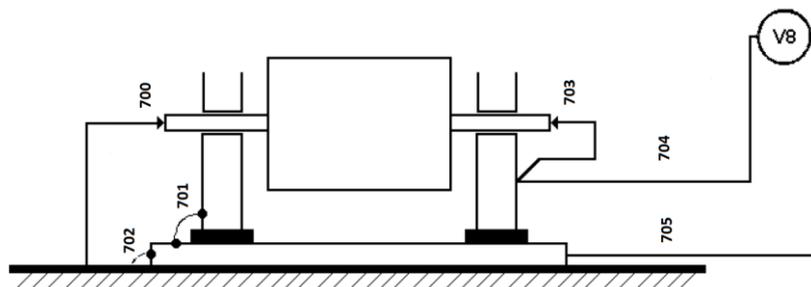


Figura 4. Diagrama esquemático do circuito de medição da tensão no eixo

2.2 Correntes de Eixo em Máquinas Elétricas

A circulação de corrente no eixo ocorre em razão de uma deterioração na isolação deste. Tais correntes têm origem na tensão induzida no eixo, um fenômeno que ocorre em razão de quatro tipos possíveis de indução que atuam em conjunto ou separadamente: eletromagnética, eletrostática, tensão externa suprida ao rotor e assimetrias no circuito magnético (COSTELLO, 1993):

- Indução eletromagnética, a tensão no eixo é gerada por um magnetismo residual na estrutura da máquina. Neste caso alguns fatores devem estar presentes, por exemplo, uma fonte com alto magnetismo residual (rotor, mancais, estrutura/housing) e um circuito magnético de baixa relutância;
- Indução eletrostática, em geral as pás dos turbogeradores podem acumular carga eletrostática, e conseqüentemente, há uma tensão no eixo;
- Fonte de tensão externa suprida ao rotor, neste caso, os pulsos do retificador do sistema de excitação aparecem no eixo e fazem surgir uma tensão;
- Assimetria no circuito magnético, tais assimetrias podem gerar diferenças no fluxo magnético, e conseqüentemente, podem induzir uma tensão no eixo.

2.2.1 Métodos de monitoramento aplicados aos mancais de geradores síncronos de FURNAS

Além do sistema de proteção aplicados aos mancais de geradores, especificados para a máquina síncrona CS01, alguns métodos de análise dos parâmetros da máquina podem ser aplicados de forma que a manutenção possa antever possíveis falhas na máquina. Dentre estes métodos têm-se:

- Monitoramento de características físicas-químicas do óleo lubrificante e hidráulico;
- Monitoramento de material particulado do óleo lubrificante – morfologia (MARTINS, 2013);
- Aplicação de sensoriamento dedicado para monitoramento das características eletromecânicas da máquina. A desvantagem é a parada do equipamento e custo de manutenção do próprio sistema de monitoramento;
- Análise dos sinais de tensão gerados pela máquina, a vantagem deste é que não é necessário parar a máquina para análise (TEIXEIRA, 2013).

Dentre os métodos de análise descritos anteriormente, FURNAS possui em seu plano de manutenção a análise do óleo e a aplicação de sensoriamento dedicado.

O plano de manutenção descrito no manual técnico de campo de FURNAS, IC 99.02.ZZZ.00/19-R0, descreve as seguintes inspeções nos mancais da máquina, conforme Tabela 2:

Tabela 2 – Inspeções nos mancais do compensador síncrono CS01

Procedimento	Períodicidade em meses
Realizar teste funcional nas bombas e nos fluxômetros	12
Medir vibração na carcaça do síncrono sem necessidade de parada	12
Colher/executar amostra ensaio físico químico óleo hidráulico mancal	24
Colher/executar amostra partículas água óleo hidráulico mancal	24
Executar análise partículas água/metal óleo hidráulico mancal	24
Aferir medidores de temperatura	60
Inspecionar anéis pescadores	120
Realizar ensaio de ultrassom nos mancais	120
Reapertar parafusos de fixação dos mancais	120
Verificar isolamento dos mancais com MEGGER de 500 V	120
Verificar espaçamento entre eixo rotor/metal mancal	120

2.3 Identificação da falha no monitoramento da isolamento do mancal

Durante a inspeção de rotina realizada em 18 de fevereiro de 2016, a equipe de operação da subestação observou que a isolamento do eixo do CS01 havia reduzido de 60% para 20%, conforme escala do voltímetro V8 do equipamento. O manual do fabricante do equipamento ASEA, recomenda a parada imediata do compensador síncrono no caso da tensão do voltímetro ser nula. Nesta ocasião, ocorreu uma redução brusca na tensão no eixo, o que também pode indicar alguma anormalidade na isolamento do mancal, ou mesmo na escova de aterramento do eixo.

Anteriormente, ao fim da revisão decenal realizada do dia 28 de setembro à 8 de dezembro de 2015, a resistência de isolamento do mancal era de 26 MΩ, que é um valor esperado para a máquina. Porém, foi verificado que haviam inúmeras cavidades nos anéis pescadores, que deram origem a muitas partículas de bronze. Na ocasião, o mancal e o trocador foram desmontados, inspecionados e limpos, e os anéis foram substituídos.

A supervisão do isolamento no eixo indicava uma redução na tensão e não um completo desaparecimento como no caso de um curto-circuito permanente. Nesta situação, ambas as fontes de baixo isolamento eram intermitentes, gerando correntes de circulação no eixo, e conseqüentemente, uma tensão intermitente registrada no voltímetro.

Do momento em que foi observada a redução da tensão no eixo até a parada da máquina, o comportamento do mancal foi supervisionado por meio da temperatura, da coleta e análise do óleo lubrificante. No entanto, as análises do óleo coletado não indicaram a presença de partículas metálicas, apesar de ser observado posteriormente ao parar a máquina, que havia uma grande quantidade de partículas entre o trocador de calor e a caixa do mancal.

Em 2 de maio de 2016, antes de parar a máquina, realizou-se testes para medir a corrente de fuga que estava circulando através do circuito de medição, a corrente medida foi de 15A. O compensador foi então desligado para iniciar a pesquisa da causa do baixo isolamento.

Antes de iniciar a manobra para retirar o hidrogênio, os cabos na caixa de conexão foram desconectados para medir a resistência de isolamento dos mancais através dos pontos 700, 701 e 702 na parte dianteira da máquina, e 703, 704 e 705 na parte traseira, desconectando, portanto, os pontos de aterramento e medição.

A resistência de isolamento - RI medida foi de 2 kΩ, indicando um ponto de aterramento na caixa do mancal ou um defeito na escova de aterramento. Assim, foi iniciada a manobra de retirada do hidrogênio e posteriormente abertura das escotilhas, iniciando a pesquisa no interior da máquina.

2.3.1 Pesquisa da origem do baixo isolamento

Ao abrir a máquina, as escovas nas extremidades do eixo foram retiradas e foi observado que a escova traseira estava em boas condições, entretanto, o rabicho da escova dianteira estava danificado com fios rompidos, conforme Figura 5.

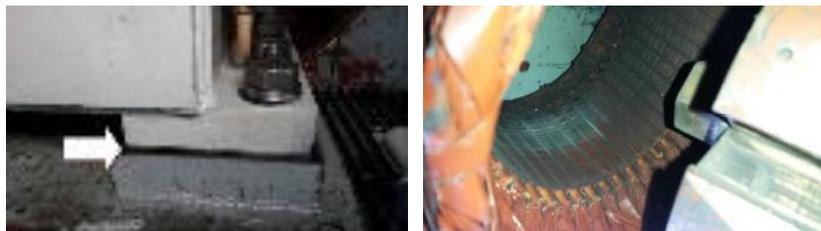
A RI dos cabos do circuito de medição de tensão no eixo foi medida e o resultado foi de aproximadamente 20 GΩ em cada um deles, com medição do cabo para terra e entre eles.



Figura 5. Escova instalada na extremidade dianteira do eixo

Após a ação imediata que constatou não estar nas escovas a causa do baixo isolamento, organizou-se a pesquisa da origem do baixo isolamento no mancal nas seguintes ações:

- Inspeção no anel coletor, excitatriz e comutador;
- Abertura da vedação do eixo;
- Limpeza da base dos mancais com álcool isopropílico, Figura 6.a;
- Abertura de todas as conexões nos bornes das caixas inferiores;
- Avaliação do estator do PMG, Figura 6.b;
- Medida da RI dos cabos dos sensores de temperatura PT100;
- Aquecimento do isolamento da base dos mancais com máquina manual de ar quente;
- Retirada das mangueiras superiores;
- Retirada dos sensores de temperatura PT100;
- Retirada de um pino guia do mancal traseiro;
- Teste dos medidores dos anéis pescadores no painel.



(a) Placa isolante da caixa de mancal

(b) Estator do PMG

Figura 6. Placa isolante da caixa do mancal e estator do PMG

Ao desconectar os tubos de cobre do trocador de calor do óleo do mancal traseiro não houve alteração na isolação, porém, no dianteiro, a RI medida subiu para 50 M Ω (500 V, 1 minuto). Após afastar os tubos, eles foram novamente encostados no trocador de calor, e a RI voltou a cair, confirmando que a origem do baixo isolamento estava no isolamento entre o trocador de calor e a caixa do mancal.



(a) Mancal sem a placa isolante

(b) Placa isolante

(c) Sedimentos de bronze na placa isolante

Figura 7. Placa isolante localizada entre caixa do mancal traseiro e o trocador de calor.

O trocador de calor foi desconectado da caixa do mancal, e ao inspecionar os isoladores foram encontrados sedimentos de bronze misturados ao óleo na superfície dos isoladores.

Diante disso, o mancal e o trocador de calor foram abertos para inspeção, e foram encontrados sedimentos de bronze nos isoladores e na tubulação inferior do trocador de calor.

A caixa do mancal e o trocador de calor foram limpos e montados novamente, e um “flushing” foi feito no mancal dianteiro. Também foram montados o estator da excitatriz, os ventiladores, e o PMG, e as RIs foram novamente medidas (500V, 1 minuto):

- Interpólos: 2,88 MΩ;
- Campo: 3,6 MΩ;
- Suporte do porta-escovas: 13 MΩ;
- Suporte porta-escovas Anel: 600 MΩ;
- Entre pólos AC: 2 GΩ;
- Eixo: 35,3 MΩ;
- Rotor: 103 MΩ;
- Estator: 158 MΩ (5 kV, trifásico);
- Barramento: 4 MΩ (5 kV, medida monofásica).

A RI do barramento blindado estava baixa em razão da umidade, que foi eliminada com a injeção de ar seco, chegando a 14 MΩ.

3.0 - CONCLUSÃO

Para melhor compreensão das causas do baixo isolamento e o sedimento de bronze, é importante ressaltar a seqüência dos eventos:

- Revisão Decenal no dia 28 de setembro a 8 de dezembro de 2015;
- Baixo isolamento no eixo antes da desmontagem, solucionado após o afastamento da vedação do eixo;
- Identificação de sedimentos de bronze no mancal dianteiro;
- RI do mancal em 26 MΩ na conclusão da montagem em dezembro de 2015;
- Baixo isolamento do mancal com a máquina em operação, verificado pelo operador em fevereiro de 2016;
- Constatação do contato do PMG e, conseqüentemente, aterramento do eixo;
- RI do mancal em 30 MΩ após reparo do PMG;
- Baixo isolamento no estator da excitatriz principal;
- Substituição da excitatriz principal;
- RI do mancal em 10 kΩ;
- Sedimentos de bronze no isolador e na tubulação do mancal dianteiro;
- RI do mancal após limpeza em 50 MΩ.

Presume-se então que antes mesmo da parada do compensador para a revisão decenal havia a formação do baixo isolamento no mancal, possibilitando a circulação de uma corrente entre o eixo e a terra, e cavidades nos anéis pescadores.

Tal corrente está associada a uma tensão induzida no eixo, cuja fonte poder ser eletrostática ou eletrodinâmica, por exemplo, assimetrias magnéticas provocadas por irregularidades no entreferro e outros, atuando individualmente ou em conjunto, que levaram ao dispredimento de partículas de bronze no mancal, conforme Figura 8.



(a) Casquilho com sedimento de bronze



(b) Anel pescador com cavidades

Figura 8. Placa com sedimento de bronze no casquilho do mancal dianteiro e anel pescador com cavidades

Após a revisão decenal, a corrente no eixo foi agravada com a deposição dos sedimento de bronze no interior do tubo do trocador de calor , criando um caminho para passagem de corrente entre a estrutura do mancal e a tubulação dos trocadores de calor, que não é isolado da terra.

Dessa forma conclui-se que houve circulação de corrente no eixo em duas ocasiões, antes da revisão decenal, por tempo desconhecido que não foi suficiente para acionar o sistema de monitoramento de tensão e que não foi encontrado nos ensaios padrões determinados para a máquina, e após a revisão, que durou pelo menos dois meses e foi suficiente para ser detectada pela supervisão de isolamento.

Porém o que deve ser destacado é que do momento em que foi observada a redução da isolação no eixo até a parada da máquina, o comportamento do mancal foi supervisionado por meio da temperatura, e da coleta e análise do óleo lubrificante. No entanto, as análises do óleo coletado não indicaram a presença de partículas metálicas, apesar de haver uma grande quantidade de partículas entre o trocador de calor e a caixa do mancal.

A equipe de técnicos e engenheiros de FURNAS estudam um novo meio para coleta do óleo, pois, conforme o caso demonstrado nesse artigo, a deposição de partículas muito pesadas na parte inferior do mancal, não foram detectadas pelo atual ponto de coleta e induziu a uma análise errada do óleo.

Esta situação se deve ao fato do ponto de coleta projetado para a máquina ser encontrado na parte lateral do mancal e a solução proposta será a alteração deste ponto para a parte inferior do mancal, conforme Figura 9.



(a) Atual ponto de coleta de óleo (b) Novo local a ser avaliado para coleta de óleo (parte inferior)

Figura 9. Melhoria a ser desenvolvida no mancal

4.0 - RECONHECIMENTO E AGRADECIMENTO

Para a execução deste trabalho foi fundamental a participação da equipe de engenheiros, técnicos e demais profissionais de FURNAS, que contribuíram de diversas formas para que esta falha pudesse ser descoberta e sanada, fica então o agradecimento aos funcionários: Achiles Tadeu Sunderhus, Antonio Marcos Matias Vanderley, Aroldo Macedo Granja, Clivaldo Jose da Silva Aires, Denis Quintanilha Silva, Felipe Henriques Soares, Gerson Luiz Schaeffer Teixeira, João Carlos Possat, Manoel da Costa Lucas, Marcelo Neves Rosa, Paulo Celso Ferreira Machado, Philippe Gomes Ferreira, Ricardo dos Santos Schneider Siqueira, Ricardo Silva e Brenner e Welington Lemos.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Balanco Energético do Estado do Espírito Santo**. 2016. Página 39. Disponível em: <<https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Downloads/Balan%C3%A7o%20Energ%C3%A9tico/BEES2016-Base2015.pdf>>. Acesso em 15 março 2017.
- (2) COSTELLO, M.J. **Shaft Voltages and Rotating Machinery**. IEEE Transactions on Industry Applications Volume 29, nº 2, março/abril 1993.
- (3) MARTINS, A.D.C.P.; VASSALO, D.J.; RIBEIRO, M.G.DL.; SESSA, C.D. **Experiência da CEMIG no Monitoramento Preditivo de Equipamentos de Geração por Meio da Análises de Óleo Lubrificante Hidráulico**. XXII SNPTEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Grupo I, BR/GGH/16, outubro de 2013.
- (4) TEIXEIRA, W.C.E.; JÚNIOR, P.V.; SANZ, J.P.M. **Identificação de Defeitos em Mancais ou Rolamento em Geradores Através de Medida Elétricas**. XXII SNPTEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Grupo I, BR/GGH/28, outubro de 2013.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Alcebiades Rangel Bessa, nasceu em Vitória, Espírito Santo, em 28 de novembro de 1983. Graduou-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Espírito Santo em 2007, pós-graduação lato-sensu em Administração Pública pela Universidade Gama Filho em 2010 e pós-graduação stricto-sensu Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo em 2015. Trabalhou como engenheiro na Prefeitura Municipal de Vitória na Gerência de Serviços de Infraestrutura Urbana, Tribunal de Justiça do Estado do Espírito Santo na Secretaria de Engenharia, professor da Universidade Vila Velha - UVV e atualmente em FURNAS desde 2015 trabalhando na Divisão de Manutenção Eletromecânica de Vitória – DMEV.O, onde atua na execução da manutenção de equipamentos de geração e transmissão de energia elétrica.



Fabrício de Souza Henriques, nasceu em Pirai, Rio de Janeiro, em 28 de abril de 1975. Graduou-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal Fluminense em março de 2001. Atualmente trabalha em FURNAS, na Divisão Elétrica de Equipamentos Rotativos – DEER.O, onde desenvolve estudos de isolamentos, análises de ensaios dielétricos, análise e estudos de descargas parciais, acompanhamento da modernização de usinas, entre outros.



Flávio Cesar Guimarães Ávila, nasceu no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, em 07 de agosto de 1977. Graduou-se em Direito em 1999 e Engenharia Elétrica em 2006 ambos na Universidade Gama Filho, pós-graduação lato-sensu em Gestão Empresarial pela Universidade Cândido Mendes em 2008, curso de Extensão de Projetos e Estudos de Linhas de Transmissão pela Universidade Federal Fluminense em 2003 e curso de Extensão de Regulação e Negócios de Energia Elétrica pela Fundação Getúlio Vargas em 2009. Foi gerente da Divisão de Manutenção Eletromecânica – DMEV.O de 2007 à 2016, acumulando a função de gerente da Usina de Campos de 2013 à 2015 e atualmente é gerente da Gerência de Produção Vitória – GRV.O de FURNAS.



Luiz Carlos de Menezes Júnior, nasceu em Passos, Minas Gerais, em 18 de abril de 1963. Formou-se em técnico de Mecânica pela Escola Técnica Federal de Belo Horizonte em 1979, Graduou-se Bacharel em Teologia pelo Instituto Teológico Batista – STEB em 1983, graduou-se em Tecnologia Mecânica pela Universidade de Franca - UNIFRAN em 1989, pós – graduação lato-sensu em Processos Gerenciais pelo Centro Universitário Internacional – UNINTER em 2011. Trabalha em FURNAS a 35 anos onde atuou em diversas instalações da empresa, atualmente trabalha na Divisão de Manutenção Eletromecânica de Vitória, onde atua na execução da manutenção de equipamentos de geração e transmissão de energia elétrica.



Rodney Cypreste Oliveira, nasceu em Vitória, Espírito Santo, em 10 de novembro de 1968. Graduou-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Espírito Santo em 1996, pós-graduação lato-sensu em Marketing Empresarial pela Faculdades Associadas de Vitória FAESA em 1999 e MBA em Engenharia de Manutenção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2013. Desde 2004 trabalha em FURNAS atuando no departamento de engenharia elétrica até 2005 como engenheiro eletricista nas atividades de orçamento e acompanhamento de obras e posteriormente a 11 anos atuando na Divisão de Manutenção Eletromecânica de Vitória – DMEV.O e atualmente é o gerente da DMEV.O acumulando as manutenções de equipamentos de alta tensão de subestações e usina térmica e manutenção de linhas de transmissão.