



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

CB/GPT/17

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - GPT

GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS - GPT

PRESERVAÇÃO DA PLANTA EM LONGO PERÍODO DE PARADA USINA TÉRMICA DE ARAUCÁRIA

**Luiz Fernando Cortez
COPEL**

**Jean C. N. Ferreira
COPEL**

**Marcos de Freitas
COPEL**

RESUMO

A finalidade deste trabalho é demonstrar as atividades de operação, manutenção e inspeção que são executadas para manter os sistemas e equipamentos da Usina Termelétrica de Araucária na condição de “prontos para a partida como novos” durante períodos extensos de parada da planta. O método preferido de preservação de equipamento é o de operá-lo e ou testá-lo conforme foi projetado.

Desta forma foi desenvolvida a metodologia de preservação que atenderam aos critérios do item acima. Desenvolvido Metodologia de preservação de caldeiras a seco. Desenvolvido Metodologia de preservação de Turbinas a Gás (CTG) e Turbinas a Vapor (STG) em longa parada.

As instruções dos fabricantes foram obedecidas tanto quanto possíveis, conforme a prática de prudência da empresa e a necessidade de se permanecer disponível para o despacho.

PALAVRAS-CHAVE

Hibernação, preservação de planta, HRSG, CTG, STG.

1.0 - INTRODUÇÃO

A finalidade deste procedimento é executar as atividades de operação, manutenção e inspeção que mantenham os sistemas e equipamentos da planta na condição de “prontos para a partida” como novos durante períodos extensos de parada da planta.

1.1 Definições

CONDIÇÃO “COMO NOVOS” – Os equipamentos e sistemas operam em condições que garantam as iguais condições atingidas durante o período de Testes de Aceitação da Planta, levando-se em consideração a degradação normal e esperada.

PRONTA PARA PARTIR – A planta pode ser alinhada e partida até carga base em 8 horas.

ESPERA DE LONGO PRAZO – Período de tempo em que a planta está parada por mais de 1 mês.

CMMS – Sistema de Gerenciamento Informatizado de Manutenção – MP2.

MANUTENÇÃO DE ROTINA – Todas as atividades identificadas e programadas no CMMS, o que inclui, mas não se limita a:

- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção periódica;
- Requisitos da NR13;
- Inspeções de rotina por ronda;
- Calibração e teste das proteções;
- Manutenção e teste semanal do sistema de prevenção contra incêndio;



- Inspeções nos HRSG's, Torre de Resfriamento, STG e BOP;
- Testes de Termografia;
- Análise de óleo lubrificante e isolante;
- Monitoramento de vibração de todos os motores da planta;
- Acompanhamento em tempo real da umidade e temperatura interna das Caldeiras;
- Lubrificação e movimentação periódica de todas as válvulas manuais da planta;
- Drenagem periódica nos pontos baixos de toda a tubulação mantida com atmosfera inerte pressão aproximada de 0,5 bar;
- Pintura de reservatórios e tubulações expostas;
- Inspeção e aferição de todos os indicadores de nível, pressão, temperatura, fluxo, etc.

1.2 Premissas

O método preferido para preservação do equipamento é o de operá-lo e ou testá-lo conforme foi projetado. Todos os métodos de preservação atenderão aos critérios de conservação de longo tempo.

As instruções dos fabricantes serão obedecidas tanto quanto possíveis, conforme os procedimentos operacionais da planta e a necessidade de se permanecer disponível para o despacho.

Toda a manutenção preditiva e preventiva será realizada de acordo com o Manual de Manutenção e Operação da Planta. Este programa está sendo implementado de acordo com os requisitos, procedimentos e programações contidos no sistema de gerenciamento informatizado de manutenção (MP2).

Toda a operação será executada de acordo com o Manual de Operação da Planta.

O controle químico da água será mantido conforme programação do Programa Químico e de acordo com as recomendações O&M e GE BETZ.

Um programa de Lubrificação de Válvulas da Planta foi implementado. Este programa exige que cada válvula seja lubrificada e movimentada a cada três meses. As válvulas motorizadas, pneumáticas, hidráulicas de bloqueio e de controle são movimentadas mensalmente.

Todas as resistências de aquecimento dos geradores, motores e ambientes operam automaticamente quando equipamentos associados não estão rodando. O funcionamento dos aquecedores ambientes é verificado durante as atividades de manutenção preventiva trimestral.

As atividades diárias da Operação estão identificadas no Cronograma de Rotinas da Operação, e controladas conforme software de gerenciamento das atividades operacionais corporativos da COPEL.

Preservar as superfícies dos equipamentos é o básico no processo de preservação da planta. Por isso foi desenvolvido um plano de pintura da planta com recomendações técnicas do Lactec (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento) onde algumas peças foram limpas, jateadas e desincrustadas, como segue:

- Silenciadores e abafadores de ruídos dos HRSG's;
- Três skids químicos (ácido, hipoclorito e bissulfito de sódio), tanques de ácido sulfúrico e de soda cáustica.
- No Sistema Fechado de Água de Resfriamento pintaram-se os Filtros;
- No Sistema de tratamento d'água pintou-se o separador água-óleo;
- Na Torre de Resfriamento pintaram-se alguns motores, tubulações de alimentação d'água, válvulas do raisers e o painel elétrico MCC;
- Na CTG 1 pintou-se o skid de óleo de controle e a caixa de entrada de ar do trocador resfriador do gerador;
- No sistema de proteção antiincêndio, pintaram-se as tubulações e o silencioso de descarga dos gases do motor diesel da bomba antiincêndio;
- Na ST pintou-se o skid de óleo de lubrificação e de controle, incluindo-se os equipamentos agregados ao tanque de óleo.

2.0 – FUNDAMENTAÇÕES

As turbinas a gás são os equipamentos de maior valor econômico das plantas termelétricas que operam segundo o ciclo Brayton (ciclo simples) e ciclo combinado (Brayton-Rankine). Sendo assim, todo programa de preservação destas plantas, terá a conservação das turbinas a gás como item de fundamental importância.

Embora estas usinas utilizem turbinas a gás de modelos similares, as características funcionais e de concepção do projeto peculiares a cada planta, definirão a opção pela estratégia utilizada em sua preservação.

A premissa básica do processo de preservação consiste na prevenção ativa contra a corrosão e a eficiência do processo dependerá do controle da umidade relativa abaixo de 40% no interior dos equipamentos.

As caldeiras de recuperação estão montadas de forma contínua às turbinas a gás, aproveitando os seus gases quentes de exaustão como fonte de calor para promover a vaporização da água. Desta forma têm-se um grande ambiente único, desde a entrada de ar no compressor da turbina, até a exaustão pela chaminé da caldeira; que está sujeita à condição de agressividade deste ar. As características das caldeiras, com ou sem chaminés de by-pass, sua condição de selagem ou confinamento do ar em seu interior, influenciará na estratégia de controle da umidade do ar em cada planta.

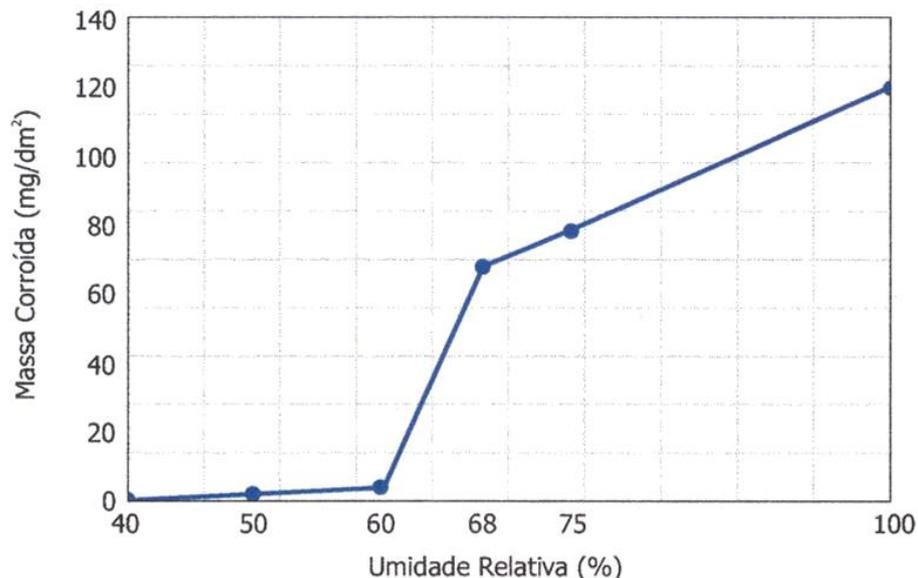


FIGURA 1 - Gráfico da representação da Curva de Vernon

2.1 Metodologia

A escolha do procedimento a ser adotado, dependerá do período previsto de parada e das características da unidade, com base em uma análise técnico-econômica da forma mais adequada de exercer o controle sobre a umidade do ar no ambiente mencionado.

Paradas de curta duração são aquelas em que as máquinas estão fora de serviço devido a contingências operacionais ou curtas intervenções de manutenção. Nestes casos, como regra, nenhuma preservação faz-se necessária, a HRSG é hibernada úmida com todas válvulas com contato para atmosfera fechadas.

Paradas de longa duração significam que a planta está fora de serviço por um período igual ou superior a 1 mês, considerada caldeira drenada, ou seja, hibernação a seco.

Neste caso há ainda a distinção entre a necessidade de manter-se a planta em standby e sujeitas a solicitações de partidas emergenciais e àquelas cujas partidas podem ser previamente planejadas.

2.2 Procedimentos de manutenção quando as unidades não estão em uso frequente (sem previsão de partida):

Neste caso uma primeira questão que se apresenta é quanto ao impacto de cobrir a entrada e/ou exaustão para evitar que as correntes de ar úmido entrem nas turbinas. A SWPC sugere que, a menos que haja um secador ou uma fonte de calor (para remover a umidade do ar confinado), a corrente natural que passa através da unidade será mais benéfica. Também é possível encher a unidade com bolsas com material dessecante (4 lb/50 scf ou 1,28 kg/m³) antes de selar as extremidades.

Deve-se tomar cuidado, assegurando-se de que todas as bolsas tenham sido removidas antes da partida. Em qualquer caso, a única outra razão de preocupação é o possível dano ao revestimento interno da espiral do ar de entrada ou do filtro de ar de entrada pela instalação de material estranho.

A entrada para tomada de ar deve ser selada, para prevenir a entrada e saída de ar para o ambiente externo.

A turbina deve ser selada desde a entrada do compressor até a saída da chaminé da turbina para a atmosfera.

As válvulas de alívio do compressor devem ser mantidas, mecanicamente, na posição fechada.

As válvulas de drenos serão mantidas fechadas.

Todas as portas-de-visita, janelas de inspeção e aberturas deverão ser fechadas. Esse processo é importante no intuito de evitar a entrada de ar atmosférico no interior dos equipamentos desumidificados.

Quaisquer escapamentos através de selos, paredes, teto, etc, deverão ser reparados imediatamente para prevenir a contaminação do ar no interior dos equipamentos.

O sistema de lubrificação dos mancais será mantido disponível para a operação para que o rotor da turbina possa ser girado em turning gear.

O ar deverá ser aquecido e seco, com umidade relativa abaixo de 40%. A eficiência do processo de preservação dependerá da manutenção da umidade relativa abaixo deste valor de umidade.

O ar deverá ser filtrado antes e após o desumidificador com uma granulometria de 100 μ .

A temperatura interna do ar deverá ser mantida entre 35 e 40°C.

A verificação da temperatura e da umidade relativa do ar deverá ser feita diariamente.

Os equipamentos auxiliares (bombas, tanque de combustível, etc), deverão ser conservados nos mesmos moldes daqueles indicados nesta Recomendação Técnica.

Em plantas a Ciclo Combinado, além das as considerações feitas acima, há obviamente, a necessidade de que os cuidados de preservação sejam estendidos para o lado gás das caldeiras de recuperação. E assim qualquer que seja o método escolhido, o fundamental continua sendo o controle da umidade a níveis inferiores a 40% em todo o ambiente.

O desenho abaixo da figura 2 mostra um arranjo esquemático que utiliza desumidificadores, para promover o controle da umidade. Isto é feito com a ação combinada de aquecedores auxiliados por desumidificadores de grande capacidade, cortinhas plásticas e um balão inflável que isolam o ambiente da HRSG e CTG do ambiente externo.

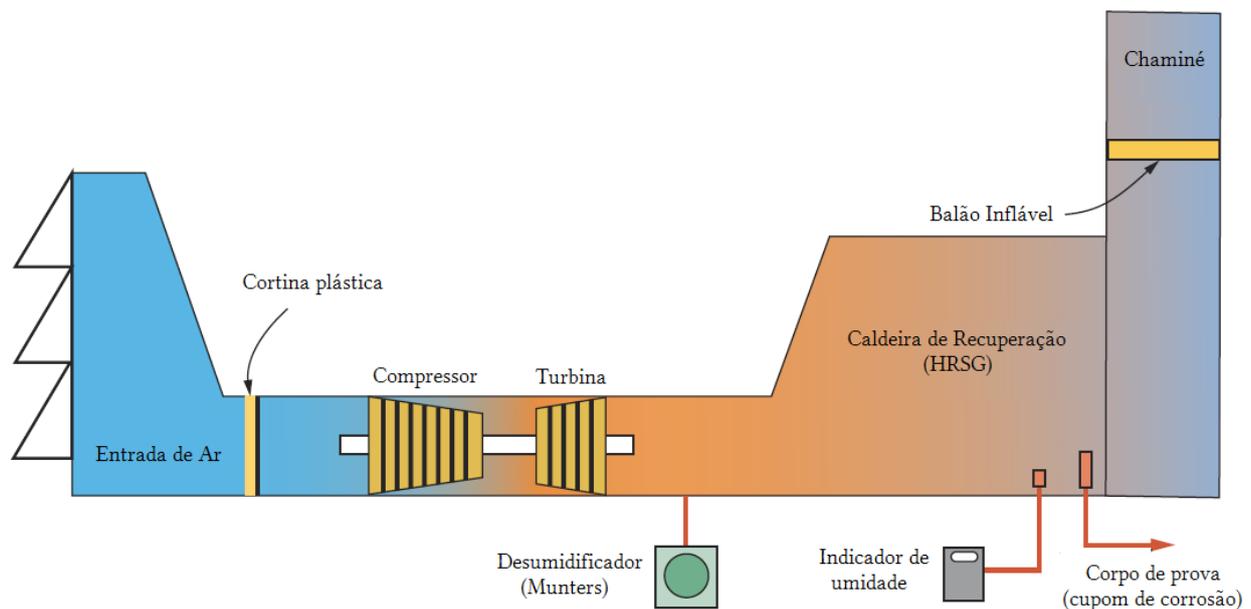


FIGURA 2 - Representação esquemática de preservação com desumidificadores



3.0 PROCEDIMENTO APLICADO NA USINA TERMELETRICA DE ARAUCÁRIA

3.1 Sistemas da turbina de combustão e do gerador (CTG)

3.1.1 Conjunto Turbo gerador da CTG

Testar em operação o seguinte equipamento para cada CTG, conforme programado no cronograma de testes operacionais, gerenciado pelo sistema corporativo da COPEL para os Equipamentos das CTG'S:

- Bombas de óleo de lubrificação 1 e 2.
- Bomba de óleo de lubrificação de emergência.
- Extratores de vapor de óleo 1 e 2;
- Motor do Turning Gear;
- Bombas de óleo de controle 1 e 2;
- Bombas do Resfriador Evaporativo A e B, a cada 2 dias;
- Operar em condição de Turning Gear cada Turbina por 4 horas semanais, devido à mesma estar em condição fria e em virtude de giros por longo tempo poderá ocorrer desprendimento das pás da turbina;
- Partidas até Spin Hold bimestrais, simulando partida normal até a falha de ignição;
- Ensaios de Boroscópio anuais.

Testar as seguintes válvulas para cada CTG conforme a programação Cronograma Mensal de Teste de Válvulas da Planta:

- Válvula de controle de temperatura do resfriador do óleo de lubrificação;
- Válvula Vent da linha de gás principal;
- Comando de teste válvulas de controle estágio A, B e C de gás;
- Comando de teste válvula de controle estágio piloto de gás;
- Válvula de bypass do ar de resfriamento do rotor (kettle boiler);
- Válvula de controle do fluxo de resfriamento da cavidade de disco 2 e 3;
- Comando de teste do IGV;
- Comando de teste da válvula de sangria de baixa pressão;
- Comando de teste da válvula de sangria de alta pressão;
- Comando de teste da válvula de ar de instrumento;
- Comando de teste dos ignitores.

3.1.2 Sistema de controle do Gerador da CTG

- Aquecedores Ambientes do Gerador energizados automaticamente na parada.
- Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.

3.1.3 Sistemas Auxiliares Mecânicos da CTG

- Os sistemas auxiliares são rodados conforme Manual de Procedimentos da Operação
- Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.

3.1.4 Sistema de Lavagem do Compressor da CTG

- Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.
- Operar mensalmente conforme cronograma de operação.

3.2 Sistemas da Turbina à Vapor e Gerador (STG)

3.2.1 Turbina a Vapor

De acordo as recomendações da Alstom para a preservação da Turbina instalada em Araucária, os compartimentos do Condensador e da exaustão de baixa pressão da Turbina foram drenados e secados. A Copel selecionou e instalou dentro do compartimento mencionado acima e para manter a umidade relativa a níveis inferiores a 40%, um



sistema com desumidificadores e aquecimento de ar. A umidade (água) extraída do ambiente do interior do compartimento do Condensador e da Turbina de Baixa Pressão é drenada continuamente, por gravidade, para fora deste compartimento. Medições de temperatura e umidade relativa do ar existente internamente são feitas diariamente e devidamente registradas.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.

3.2.2 Controle e Gerador da Turbina a Vapor

Os aquecedores ambientes do gerador da STG são energizados automaticamente com a parada.

Testar em operação os motores da STG conforme programado no Cronograma Semanal de Teste de Equipamentos:

- Bomba auxiliar de óleo de lubrificação;
- Bomba de óleo de lubrificação de emergência;
- Extrator de vapor de óleo;
- Motor do Turning Gear;
- Bomba de óleo de controle 1 e 2;
- Purificador de óleo;
- Ventilador do Condensador de Vapor de Selagem 1 e 2;
- Bomba de óleo de levantamento.

As válvulas da STG são abordadas nas seções do HRSG e vapor de alta e baixa pressão deste procedimento.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.

Aplicado protetor Tectil na superfície dos eixos da ST.

3.2.3 Sistemas Mecânicos Auxiliares da STG

Os sistemas auxiliares são rodados conforme o especificado no programa de gerenciamento das rotinas operacionais

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado pelo CMMS.

3.2.4 Sistemas de Proteção e Controle Automático da STG

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.3 Sistemas do Ciclo do Vapor

3.3.1 Sistema de Condensado

O condensador é mantido vazio e seco, sendo o seu ambiente interno controlado por um sistema com desumidificador e aquecimento de ar. A umidade do interior do Condensador e da Turbina de Baixa Pressão é drenada continuamente, por gravidade, para fora deste compartimento. Medições de temperatura e umidade relativa do ar existente internamente são analisadas diariamente, via sistema digital.

A preservação das bombas de Condensado seguem os procedimentos:

- Drenagem do poço das bombas;
- Inertização com nitrogênio (N₂) à pressão de 0,5 barg;
- Aquecedores dos motores são mantidos ligados;
- Giro manual quinzenal do eixo, conforme especificado pelo fabricante;
- Troca periódica do óleo de lubrificação dos mancais, semestral indiferente da condição de uso do equipamento;
- Drenagem mensal da tubulação de sucção/descarga das bombas;
- Inspeções visuais dos acoplamentos e dos selos mecânicos;
- As bombas são mantidas acopladas aos respectivos motores.

Testar as seguintes válvulas para o sistema de condensado conforme programado no Cronograma Mensal de Teste de Válvulas da Planta:

- Válvula de make-up do condensador (LV-001A0);
- Válvula do atemperador da vedação de vapor (HV-061);



22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

- Válvula de dessuperaquecimento do vapor de selagem (HV-080);
- Válvula do spray de saída (HV002).

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.3.2 Sistema de Água de Alimentação da Caldeira

As bombas de alimentação da caldeira são mantidas secas e preservadas conforme segue:

- As Bombas são completamente drenadas;
- Abertas as linhas de sucção, descarga e recirculação;
- Bomba de lubrificação auxiliar é ligada quinzenalmente por duas horas;
- Giro manual quinzenal do eixo, conforme especificado pelo fabricante;
- Inertização (N₂), juntamente com o HRSG;
- Aplicação de protetor de superfície Têxtil nos eixos e acoplamentos.

Testar a operação dos seguintes motores para o sistema de alimentação conforme programado Cronograma Mensal de Teste do Equipamento da Planta:

- BFP 1A e 1B - bomba auxiliar de óleo de lubrificação;
- BFP 2A e 2B - bomba auxiliar de óleo de lubrificação;
- HRSG-1 - bomba do poço de blowdown A e B;
- HRSG-2 - bomba do poço de blowdown A e B.

3.3.3 Sistemas de Vapor

O lado do vapor de alta e baixa pressão dos HRSG's está inertizado até as válvulas de isolamento da saída dos superaquecedores de Alta e Baixa pressão.

Testar o funcionamento de todas as válvulas dos sistemas de vapor de alta e baixa pressão conforme programado no Cronograma Mensal de Teste de Válvulas da Planta.

Testar as válvulas dos Ejetores de Serviço e de Partida conforme programado no Cronograma Mensal de Testes de Válvulas da Planta:

3.4 Sistema de Geração de Vapor por Recuperação (HRSG's)

O lado água-vapor dos HRSG's foi drenado e pressurizado com nitrogênio de acordo com recomendações da Aalborg, GE BETZ. Verifica-se quinzenalmente a concentração de O₂ nos HRSG's.

O lado de gás dos HRSG's foi fechado com lonas nas extremidades junto à chaminé e após a entrada dos filtros de ar das CTGs, e em seu interior instalaram-se resistências de aquecimento e um sistema com desumidificador de ar, para reduzir a umidade relativa interna. O sistema funciona automaticamente, ligando e desligando as resistências e os desumidificadores nas temperaturas pré-selecionadas. Informações de umidade e temperatura interna podem ser vistas em tempo real na sala de comando, foi implantado também informação da diferença da temperatura com ponto de orvalho, que gerará alarme se essa diferença chegar a 5%.

Os superaquecedores foram drenados e pressurizados com nitrogênio de acordo com as recomendações da Aalborg e GE BETZ.

Os lados da água/vapor dos Kettle Boiler foram drenados. Estes são mantidos inertizados.

Testar as válvulas de controle de nível, entrada dos balões, atemperadores, aquecimento de gás, blowdown e drenos dos sistemas de vapor de alta e baixa pressão conforme Cronograma Mensal de Teste de Válvulas da Planta.

3.5 Sistemas auxiliares da planta

3.5.1 Sistema de Gás Natural

O sistema de Gás Natural foi drenado, ventado e pressurizado com nitrogênio.

São efetuados testes das válvulas do sistema de gás natural conforme o Cronograma Mensal de Testes de Válvulas da Planta.



3.5.2 Sistemas de Ar de Instrumentos e de Serviço da Planta

O Sistema de Ar de Serviço da planta está em serviço.

Efetuar rodízio dos equipamentos em operação para os sistemas de ar de instrumentos e serviço conforme Cronograma Mensal de Teste dos Equipamentos da Planta.

3.5.3 Sistema de Água de Circulação da Planta

As Bombas de Água de Circulação são operadas em regime contínuo para manter o controle químico da água e a Torre de Resfriamento úmida. O sistema de umedecimento é usado para manter a Torre de Resfriamento úmida quando as Bombas de Circulação de Água não estão operando.

Testar o funcionamento dos ventiladores 1 a 6 da Torre de Resfriamento conforme programado no Cronograma Mensal de Testes para os Equipamentos da Planta.

3.5.4 Sistema Fechado de Resfriamento

O Sistema Fechado de Resfriamento está em operação contínua.

Efetuar o rodízio dos motores em funcionamento do sistema conforme programado no Cronograma Mensal de Testes dos Equipamentos da Planta:

3.5.5 Sistema Geral de Alimentação Química

O Sistema de Alimentação Química está em serviço, operado conforme necessário para a manutenção da condição química da planta. .

3.5.6 Sistema de Controle Distribuído (DCS)

O Sistema de Controle Distribuído está em serviço.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.5.7 Painel de Distribuição de Média Tensão (4.160V)

O Painel de Distribuição de Alta Tensão está energizado.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.5.8 Painéis de Distribuição dos Centros de Cargas (480V)

O Painel de Distribuição de Média Tensão está energizado.

Testar o funcionamento dos seguintes motores para o prédio da sala de distribuição conforme programado no Cronograma Mensal de Testes dos Equipamentos da Planta:

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no sistema de gerenciamento das atividades da operação.

3.5.9 Painel de Distribuição de Baixa Tensão (220/127V)

O Painel de Distribuição de Baixa Tensão está em serviço.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.5.10 Painel de Distribuição de CA/CC de Serviço Essencial (125VCC)

O Painel de Distribuição de Serviço Essencial está em serviço.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

3.5.11 Sistema de Água Desmineralizada

O sistema opera a cada mês para produzir água e manter o nível do tanque de água desmineralizada.

Testar o funcionamento dos seguintes motores para o sistema de água desmineralizada conforme programado no Cronograma Mensal de Teste dos Equipamentos da Planta.



Produção de água, lavagens de qualidade, regenerações, retrolavagens, conforme recomendado pelo fabricante e especificações do controle de atividades da operação.

3.5.12 Sistema de Amostra do Ciclo do Vapor

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS

3.5.13 Sistema de Água Bruta

O Sistema de Água Bruta está em serviço.

Testar o funcionamento dos seguintes motores das bombas A e B do sistema de água bruta conforme programado no, Cronograma Mensal de Teste dos Equipamentos da Planta:

3.5.14 Sistema de Proteção Antiincêndio

O Sistema de Proteção Antiincêndio está em serviço.

Testar o funcionamento das bombas jockey, elétrica e diesel do sistema de combate a incêndio conforme Cronograma Mensal de Teste dos Equipamentos da Planta.

3.5.15 Sistema de Água Potável

O Sistema de Água Potável está em serviço via linha direta com o fornecimento de água da cidade, e tem tido manutenção periódica de rotina conforme programado no CMMS.

3.5.16 Sistema de Água de Rejeito

O Sistema de Água de Rejeito está em serviço.

Executar manutenção de rotina conforme definido e programado no CMMS.

4.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Manual de Operação e Manutenção da Usina Térmica de Araucária.
- (2) Manual dos Fabricantes dos Equipamentos da Usina Térmica de Araucária.
- (3) MIKSIC, Boris. Artigo Técnico Mothball Long Time laying up, 2004.

5.0 – DADOS BIOGRÁFICOS



Luiz Fernando Cortez
Local e ano de nascimento: Curitiba, 04/12/1986
Técnico Pleno de Operação de Usina Termoelétrica
Engenheiro eletricitista (2016) – Curitiba/PR
Técnico em Eletromecânica Industrial (2007) – Curitiba/PR

Jean Carlos Nunes Ferreira

Local e ano de nascimento: Guarapuava, 17/05/1970
Supervisor de Turno de Operação de Usina Termoelétrica
Técnico Especializado em Eletrotécnica.

Marcos de Freitas

Local e ano de nascimento: Curitiba, 20/01/1974
Supervisor da equipe de Operação de Usina Termoelétrica
Técnico Especializado em Mecânica.