



São Paulo, 10/15 de abril de 1972

GRUPO DE ESTUDOS DA PRODUÇÃO TÉRMICA

USINA TERMOELÉTRICA DE SANTA CRUZ :
OPERAÇÃO INICIAL

Eng^o Márcio Costa

FURNAS - Centrais Elétricas S.A

1.0 INTRODUÇÃO -

A Usina Termoelétrica Santa Cruz S.A., de propriedade da FURNAS - Centrais Elétricas S.A., teve sua origem em estudos que determinaram, para o período 1962/1965, carência de energia nos Estados da Guanabara e Rio de Janeiro, época em que, também dar-se-ia o início dos trabalhos de conversão de frequência nessa mesma área. Além de ter sido o suporte básico para o Plano de Conversão, de 50 Hz para 60 Hz, coordenado pela ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. a Usina de Santa Cruz visava prover a Região Centro Sul com a desejável complementação térmica, dando à área mais industrializada do país aquele fator de equilíbrio e tranquilidade, resultante da utilização conjugada das fontes hidráulicas e térmicas de energia. Alcançando os objetivos da equalização em 60 Hz, o Plano de Conversão de Frequência proporcionaria à Região Centro-Sul a interligação de todo o sistema, cujas vantagens, com o remanejamento da energia são por demais conhecidas.

A localização da Usina Termoelétrica em Santa Cruz, na margem direita do Canal de São Francisco, cerca de 2 km de sua embocadura, na Baía de Sepetiba, estado da Guanabara, prende-se principalmente à construção planejada em um porto de minério com capacidade de embarque de 10 milhões de t/ano de minério de ferro, e equipamento para desembarque de até 500 t/h de carvão, produto este que seria parci

almente usado na produção de energia elétrica pela Usina Termoelétrica de Santa Cruz. O planejamento deste porto estava também ligado à instalação, no local da Companhia Siderúrgica da Guanabara - COSIGUA, que deveria dar origem a um complexo siderúrgico nas suas proximidades e que se constituiria em um sólido mercado de energia elétrica, junto à produção.

A construção do porto de minério, no entanto, foi adia - da, sendo prevista a necessidade de utilização de óleo combustível pe - la Usina, como realmente veio a ocorrer, quando de seu funcionamento, posteriormente.

2.0 - DESCRIÇÃO DA USINA

A Usina de Santa Cruz possui, como primeira etapa cons - truída, duas unidades de 80 MW cada, já em funcionamento desde o ano de 1967, sendo que a entrada da primeira unidade se deu em 27/07/67 e a segunda em 25/11/67.

Cada unidade consiste de um gerador de vapor com rea - quecedor e um turbo-gerador em eixo único, não havendo interconexão en - tre as unidades, exceto para os auxiliares gerais, bomba de alimenta - ção auxiliar de partida, vapor auxiliar, equipamento de alta tensão e barras auxiliares para os serviços gerais.

Usina tipo semi-coberto, com os turbo-geradores e equi - pamentos correlatos: painéis auxiliares, controle e bombas instalados em prédio de alvenaria e concreto. As caldeiras e seus auxiliares, os aquecedores de alta pressão, desarejadores e evaporadores são instala - dos ao tempo.

O consumo de combustível é de 18 toneladas de óleo por hora, em cada caldeira, para as quais foram construídos 3 tanques de armazenamento cada um com capacidade de 10.000 toneladas, representan - do, aproximadamente, quantidade em combustível para 45 dias de funcio - namento a plena carga.

Os condensadores são do tipo de caixa d'água dividida e passo único. As bombas de condensado são do tipo vertical, de múlti - plo estágio, cada uma com capacidade de plena carga em uma unidade.

O sistema de aquecimento da água destinado às caldei - ras possui cinco estágios, com dois aquecedores de baixa pressão, um desarejador e dois aquecedores de alta pressão.

Duas bombas alimentam cada caldeira. Cada bomba consome 2.000 kW de energia e pode alimentar sozinha uma caldeira à plena carga.

Duas bombas de circulação são destinadas a cada unidade, captando água de Canal de São Francisco, para refrigeração dos condensadores.

A tensão de saída dos geradores é de 13,2 kV, sendo elevada para 138 kV através de dois transformadores trifásicos de 50 MVA em paralelo, por unidade, de modo que, no mesmo com um transformador - defeituoso, cada unidade pode produzir cerca de 60% de sua capacidade.

A energia para os serviços auxiliares é tomada dos terminais dos geradores, através de transformadores abaixadores de 13,2kV 4,16 kV e a barra auxiliar de cada unidade é também conectada a uma barra auxiliar geral que pode receber energia através de um transformador ligado à barra de 138 kV ou de dois grupos geradores diesel de - 1250 kVA, cada.

Cabe mencionar também que a Usina Termoelétrica de Santa Cruz é conectada à Subestação de Jacarepaguá, da Central Elétrica - de Furnas, no Estado da Guanabara, através de duas linhas de 138 kV, - que são interligados com os sistemas de outras empresas de energia elétrica. O principal elo de ligação, no entanto, da Subestação de Jacarepaguá com a Região Centro-Sul, é uma linha de 345 kV originária da Usina de Furnas (Usina Hidroelétrica 900 MW -de Furnas - Centrais Elétricas S.A.) (ilustração 2.0-1).

O projeto original da Usina de Santa Cruz foi concluído em 1964 pela Gibbs & Hill, para a CHEVAP (Companhia Hidroelétrica do Vale do Paraíba), tendo sido a WESTINGHOUSE contratada para o fornecimento e montagem de todo o seu equipamento (turnkey contract), com o que foram dadas providências para o início imediato das obras.

3.0 - EQUIPE DE PESSOAL E TREINAMENTO

Em final de 1965 a Central Elétrica de Furnas S.A., foi indicada como a empresa destinada a operar a Usina Termoelétrica de Santa Cruz. Diante desse novo encargo, iniciou-se por parte de FURNAS a fase do planejamento das necessidades de pessoal: dimensionou-se em cerca de 60 elementos o setor de operação, em cerca de 40 o setor de manutenção, além do pessoal de apoio para o setor de serviços gerais.

3.1. - Recrutamento do Pessoal - Concluída a fase de -

planejamento das necessidades de pessoal, ato-contínuo passou-se à fase de recrutamento, visando-se inicialmente, os trabalhos de operação da Usina.

Devido à inexistência no país de disponibilidade de mão-de-obra adequada, recorreu-se à seleção de pessoal com a boa formação básica escolar, em diversos níveis, ao qual seria ministrado - intenso treinamento especializado.

Inicialmente, foram recrutados 10 jovens engenheiros que receberam aulas de revisão de Termodinâmica e prepararam apostilas, baseadas em manuais de fabricantes, que iriam servir ao preparo teórico dos futuros operadores, num total aproximado de 70 (setenta). Selecionados, êsses elementos foram, a seguir, preparados pelos engenheiros, recebendo aulas sobre princípios básicos de Termodinâmica e Usinas Termoelétricas, tendo sido particularmente detalhados os equipamentos e sistemas da Usina de Santa Cruz. Esse treinamento teve lugar na Usina de Furnas-Minas Gerais, com os engenheiros já citados se reveesando na instrutoria, durante 70 dias, aproximadamente.

3.2 - Treinamento - A segunda etapa a ser vencida - era a do treinamento prático, visando-se familiarização do pessoal - com o equipamento, cuja base teórica já havia sido absorvida. Os operadores foram, então distribuídos em usinas termoelétricas do país, a saber: Piratininga-Estado de São Paulo, Americana-Estado de São Paulo, Sotelca-Estado de Santa Catarina, São Gonçalo-Estado do Rio de Janeiro.

O mesmo aconteceu com os engenheiros que tiveram o seu treinamento prático dividido entre a Usina de Piratininga, em São Paulo, e as Usinas de Puerto Rico Water Resource Authority, em Porto Rico. Nesta mesma época seguiu para os Estados Unidos o futuro encarregado de Manutenção Instrumental da Usina. Tanto este quanto - os engenheiros permaneceram durante dois meses fora do Brasil.

3.2 - Adaptação do Pessoal à Usina - Encerrada essa - etapa, engenheiros e operadores foram encaminhados a Santa Cruz para acompanhar o final da montagem da Usina, cuja responsabilidade havia sido passada da CHEVAP para FURNAS, após um período transitório, em que a sua construção foi administrada diretamente pela ELETROBRÁS.

Logo após a chegada deste contingente da operação, no local da obra, foi o mesmo, distribuído em turnos para ajudar o grupo de partida da WESTINGHOUSE, nas provas e testes, necessários antes da entrada em operação normal.

Iniciava-se, com isso, a mais importante e difícil fase do treinamento; a obtenção da auto-confiança por parte de cada - treinando, e a necessidade de ganhar-se a confiança do pessoal de partida e supervisores da WEICO. Isto foi conseguido juntando-se a cada supervisor estrangeiro, um engenheiro de FURNAS que se tornava em seu assistente e tradutor.

Na medida em que as atividades operacionais iam sendo realizadas satisfatoriamente pelos engenheiros de FURNAS, os supervisores da WEICO delegavam a eles a tarefa de instruir os operadores, os quais, por sua parte, iniciavam a supervisão e execução dos serviços que lhes eram entregues.

Muita experiência operacional foi adquirida nos primeiros dias de teste e partida da primeira unidade. Não possuindo a WEICO pessoal especializado suficiente para dar o andamento necessário ao serviço, no ritmo desejado, teve que delegar maior responsabilidade ao pessoal de FURNAS, que com isso mais acelerado teve o seu treinamento.

A esta altura adotou-se para o pessoal da operação, - critério de turnos de trabalho de 12 horas ao invés de 8 horas, a fim de que os operadores excedentes pudessem ser usados nas tarefas de rotina, as inspeções e verificações de cada novo item da Usina a ser testado.

4.0 - OPERAÇÃO INICIAL: - UNIDADE 1 -

Visando-se iniciar a operação da unidade 1, realizou-se a limpeza química da caldeira, concluída em início de junho de 1967 e elevou-se a pressão do vapor para a sopragem das linhas de vapor principal e reauecido. Foi, também realizado os testes das válvulas de segurança, seguindo-se a secagem do gerador e, então a primeira rodada mecânica da turbina.

A quantidade de condensado requerida para a partida da unidade, que era trazida à Usina de Santa Cruz através de caminhões especiais, foi subestimada com o que a operação da máquina, por diversas vezes, teve que ser retardada, com reflexos negativos no trabalho e na expectativa do pessoal.

Como em todo início de operação, muitos problemas foram surgindo e com o correr do tempo se converteram em experiência para o pessoal por ela responsável.

Como fruto dos trabalhos de operação até então realizados e com os resultados já conhecidos do Curso de Treinamento, foi possível efetuar-se uma classificação de pessoal a uma reorganização dos turnos de trabalho.

Consegiu-se, também da São Paulo Light, por empréstimo, quatro operadores experientes da Usina de Piratininga, por cerca de 3 meses, que muito ajudaram nas tarefas operacionais da época, - além de se constituir em uma segurança extra ou seja, a de se contar com a pessoa experimentada em cada turno.

4.1. Problemas da Entrada em Operação - Prosseguindo os trabalhos de partida da unidade 1, foi a mesma liberada nos primeiros dias de julho para os ensaios com carga, gerando, de início, 5 MW durante uma hora, Progressivamente, em dias seguintes, a carga foi elevada, até um máximo de 45 MW. Somente em setembro conseguiu-se atingir a carga de 70 MW, assim mesmo durante os curtos períodos de ponta.

Dentre os defeitos verificados no início de operação da unidade 1, destacaram-se os seguintes:

- Válvula controladora de água de alimentação foi encontrada quebrada.
- Sistema de condensado contaminado
- Defeito nos ignitores da fila superior dos maçaricos.
- Defeitos nos indicadores de nível do tambor, que falharam
- Vazamento nas conexões dos termopares do tambor.
- Vazamento nas juntas do regulador de água de alimentação.
- Defeito nas linhas de drenagem do tanque de espuma do sistema de selagem do hidrogênio, os quais tiveram que ser modificados.
- Defeitos nos controles automáticos de combustão e temperatura de vapor, com o que a unidade teve que ser operada manualmente grande parte do período de teste.

4.2 - Outros Problemas - Além das dificuldades naturais à entrada da unidade em operação, devido à ocorrência de defeitos nas suas diversas linhas também deve-se acrescentar a grande frequência de distúrbios na rede de distribuição do sistema servida - 60 Hz, situado na sua maior parte, na zona rural do Estado da Guanabara.

Quando esses distúrbios atingiram as linhas de 138 kV, provocando rejeição total de carga no gerador, algumas vezes, era operada a proteção de sobrevelocidade que bloqueava a unidade com perda de seus serviços auxiliares. Nessas ocasiões o retorno do suprimento a 138 kV era demorado, pois dependia da transferência de uma unidade hidráulica da Rio Light à rede de 60 Hz. Por sua vez, os grupos geradores Diesel de emergência não tinham capacidade para dar a partida da bomba de alimentação principal da caldeira à pressão normal de geração (1800 psi) na ocasião do desligamento. Isto implicava em ter que se aguardar a queda da pressão, abaixo de 1000 psi, até que se pudesse iniciar todo o processo de partida da unidade com a bomba de alimentação auxiliar. Em ambas as alternativas, além da falta de suprimento de energia ao sistema, por longo período de tempo, grande era o transtorno trazido à operação da Usina.

Mais tarde, com o crescimento gradativo do Sistema a 60 Hz, já havia a possibilidade da Rio Light manter unidades permanentemente ligadas à rede, com o estabelecimento de um programa de carga definido, porém flexível, para a Usina de Santa Cruz. Isto permitia paradas em fins de semana, a fim de que fossem feitas inspeções e correções dos defeitos eventualmente constatados.

Nesta fase, já se ultimavam os preparativos para a entrada em operação da Unidade 2, que iria garantir o suprimento firme, por parte de FURNAS, ao sistema da Rio Light. Além disso, ter-se-ia também, uma melhor perspectiva contra a perda dos serviços auxiliares.

No mês de novembro a operação da Unidade 1 era mais tranquila, pois os pequenos defeitos ocorridos eram corrigidos pelo pessoal de manutenção, que vinha ganhando experiência com as ocorrências dos primeiros meses de operação. Esse pessoal, convém ressaltar, embora escolhido com certa experiência profissional, através de recrutamento local, de uma maneira geral não tinha vivência em Usinas Térmicas.

Uma nova experiência operacional foi registrada, ainda em novembro, de desagradável consequência: com início da estação chuvosa, grande quantidade de entulho desceu pelo Canal de São Francisco, sobrecarregando as telas rotativas da tomada d'água, vindo a ocasionar a perda de sucção das bombas da água de alimentação e o desligamento da Unidade 1 do sistema.

5.0 - UNIDADE 2

Após o período de limpeza e testes, no dia 25 de novembro, a Unidade 2 foi, pela primeira vez sincronizada ao sistema e carregada com 5 MW, em caráter experimental.

Registrou-se, inicialmente, vibração excessiva em dois mancais e aquecimento em um deles, do que resultou a parada da unidade para investigação e consequente colocação de pesos de balançamento da turbina de baixa pressão.

5.1. - Problemas com a Unidade 2 - Daí para a frente, podendo-se mencionar, entre outros, alguns defeitos ligados à sua entrada em operação.

- Queima de um dos motores de ventilação forçada, ainda na fase de testes.
- Falha na válvula de controle do nível do desarejador e, ao mesmo tempo, entupimento do filtro das bombas de condensado.
- Perda de água de circulação, quando a válvula de descarga de uma das bombas deixou de fechar quando a bomba foi desligada.
- Ligação errada na fiação no transformador de corrente de proteção diferencial do transformador auxiliar.

Com a experiência adquirida com a partida da Unidade 1, o atendimento às ocorrências com a Unidade 2 foi a mais eficiente, permitindo, iniciar-se a aplicação do programa de manutenção, cuja organização já vinha em pleno andamento.

Normas de operação mais detalhadas foram preparadas, visando dar maior confiabilidade operativa, sem sacrifício da segurança do equipamento o que era o objetivo principal no início da operação das unidades.

6.0 - A OPERAÇÃO INTERLIGADA

Em janeiro de 1968, o Sistema a 60 Hz da área do Rio foi interligado ao restante da Região através de uma linha de 345 - kV, proveniente da Usina de Furnas indo até as barras da Subestação de Jacarepaguá. Este fato, embora viesse trazer mais confiabilidade a todo o sistema trouxe, inicialmente, sérias consequências à operação da Usina de Santa Cruz.

Os distúrbios, em qualquer parte do sistema, que resultavam na redução de geração em outras áreas e/ou o desligamento

da linha de 345 kV, ocasionavam oscilações ou sobrecarga, com grande variação de frequência, na Usina de Santa Cruz. Isto muitas vezes determinava o desligamento das unidades, e quase sempre com a operação de proteção de sobrevelocidade e perda dos serviços auxiliares.

O desligamento da Usina de Santa Cruz, nessa fase, tinha mais repercussão. Áreas urbanas do Estado da Guanabara já estavam convertidas a 60 Hz) e a sincronização da linha de 345 kV dependia da excitação dos bancos de transformadores de Jacarepaguá pelo lado de 138 kV, que por sua vez dependia, prioritariamente, da própria Usina de Santa Cruz.

Por sua vez, as grandes oscilações de carga e a operação das unidades a baixa frequência, podiam colocar em risco a própria segurança do equipamento, o que deveria ser evitado a todo o custo.

Estudos foram realizados em conjunto com as empresas interligadas na área do Rio (Light e CBEE), pelos quais normas de emergência foram estabelecidas e, finalmente, um esquema de rejeição de carga foi introduzido em Jacarepaguá, com o que no caso de qualquer anormalidade, que resultasse em baixa frequência, a Usina de Santa Cruz seria isolada do sistema, com carga compatível com a sua capacidade.

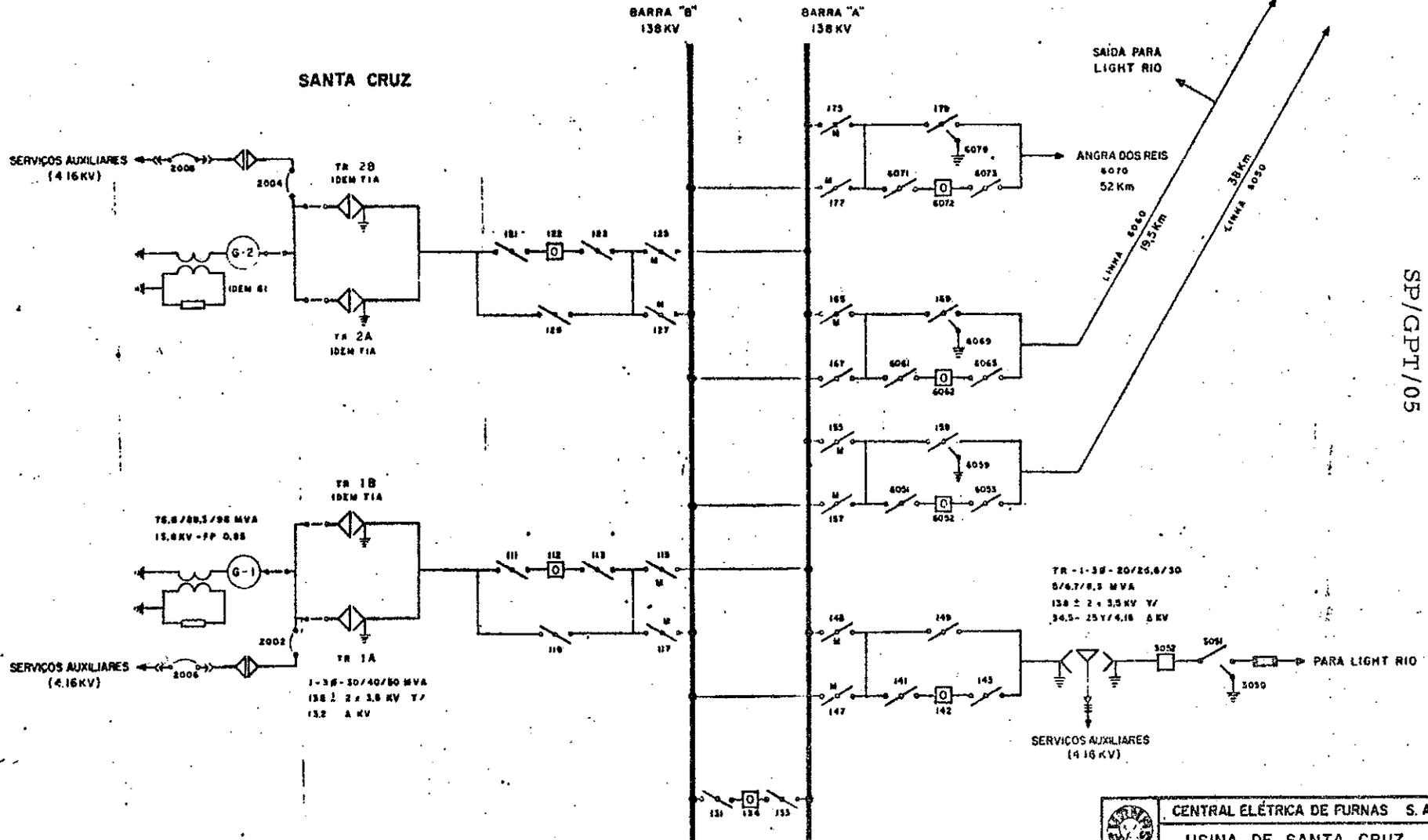
O resultado foi altamente positivo e, pode-se dizer que, a partir dessa ocasião, coincidindo com o amadurecimento profissional do pessoal, a Usina de Santa Cruz passou a uma fase definitiva de estabilidade operacional.

7.0 - CONCLUSÃO

Como conclusão, deve-se ressaltar que a grande vantagem obtida por FURNAS ao viver esta nova experiência, foi a de conseguir, a curto prazo, a formação de uma equipe bastante qualificada em operação de usinas termoelétricas, o que normalmente só seria alcançado após 4 ou 4 anos.

Essa equipe servirá ainda de suporte para a partida e operação das novas unidades que estão sendo instaladas em Santa Cruz (2 x 200 MW) e para a operação da futura Usina Nuclear, a primeira do país, ora em fase de planejamento por parte de FURNAS.

Rio de Janeiro, março de 1972.



SP/GPT/05

CENTRAL ELÉTRICA DE FURNAS S. A.	
USINA DE SANTA CRUZ	
DIAGRAMA UNIFILAR	
ESCRITÓRIO FURNAS - RIO	DESENHO Nº
LSC DES. ORÇ. P. BOMBA DATA 29.5.50	C/Nº VISTO A. H. DATA

RI		RI	
ORIG		DATA	
Nº	APROVADO POR	Nº	DATA
	APROVADO PARA		DATA