

APRESENTAÇÃO

Este trabalho visa apresentar as atividades do aluno Hailton Alves da Nóbrega, desenvolvidas durante estágio integrado CCTUFPB/Empresa, durante o período de 30 dias.

O referido estágio foi desenvolvido na CHESF Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, em sua divisão de operação regional de Paulo Afonso - DORP.



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

A EMPRESA

A COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF - foi fundada em 15 de março de 1948, segundo decretos federais nºs 8031 e 8032, como empresa destinada à produção de energia elétrica.

Tem sob sua responsabilidade a produção e transmissão de energia elétrica para região Nordeste do Brasil, cobrindo uma área superior a um milhão e quinhentos mil quilômetros quadrados.

O início da produção de energia foi de fonte hidráulica, com três geradores somando um total de 180 MW. Hoje a potência nominal do sistema é de 2688 MW, dos quais 96% correspondem as usinas hidrelétricas e o restante as termelétricas. Entre as hidrelétricas, destaca-se pela sua importância o complexo Paulo Afonso com um total de 2376 MW, sendo responsável por 90,08% da disponibilidade hidrelétrica do sistema.

O setor de transmissão de energia da empresa possui hoje cerca de 10.000 km de linhas com algumas de longa

extensão como Paulo Afonso - Fortaleza e outras para extra alta tensão para 500 kV, operando em 230 kV.

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A CHESF está constituída de seis diretorias, sendo uma delas a Presidência, que coordena os trabalhos atribuídos as outras cinco diretorias; O organogramas anexo mostra esta disposição. O estagiário em epígrafe ficou lotado na Diretoria de Operação a qual, entre outras, possui as seguintes funções básicas:

— operar e manter as instalações de produção, transformação e transmissão de energia, o sistema de telecomunicações, bem como as instalações complementares, visando um serviço de alta qualidade, com boa manutenção das máquinas do sistema e com um mínimo de perdas e interrupções ao menor custo possível.

— estudar e programar o atendimento às cargas do sistema elétrico, através de utilização ótimo-econômico das fontes geradoras, inclusive reservatórios d'água, reservas, despachos de reativos, etc.

— executar e/ou fiscalizar a execução de pequenas obras e melhoramentos das instalações de produção, montagem e desmontagem, visando melhoramentos nas máquinas da companhia.

Seguindo a estrutura organizacional temos: Diretorias, Departamentos, Divisões e Serviços.

A DORP é subordinada a Diretoria de Operação. Comanda a operação de produção, transformação e transmissão de energia de uma área de 700 km², denominada de zona centro, através de dez serviços os quais, a DORP é encarregada de coordená-los e supervisioná-los.

O Estagiária estava no DORP subordinado ao SOMM, "Serviço de Manutenção das Máquinas Principais" e ao SOME, "Serviço de Manutenção das Máquinas auxiliares".

DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA

Na última década a produção de energia elétrica no Brasil, cresceu mais de 200% e a parte de energia elétrica de fonte hidráulica atualmente supera os 85%. A CHESF no mesmo período teve um aumento de 285% e continua em ritmo acelerado de expansão, com a implantação de várias usinas hidrelétricas e termelétricas, prevendo-se para fins de 1982, uma capacidade instalada da ordem de 8800 MW.

Também em fase de expansão está o setor de transmissão com ampliações de linhas e subestações. Neste ponto merece destaque a realização dos estudos de interligação e intercâmbio de energia entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste com interligações dos sistemas CHESF/ELETRONORTE/FURNAS, além de final de montagem dos sistemas de transmissão em 500 kV para Recife e Salvador, possibilitando uma maior confiabilidade e continuidade do sistema.

USINAS EM PROJETOS E/OU CONSTRUÇÃO NO SISTEMA

CHESF

Nome	Local	H/T	n. ^o unidades	Potência total MW	Posição dez. 76
Sobradinho	Ba.	H	6	875/1050	Montagem
P.A.IV	Ba.	H	6	2450	Montagem
Boa Esperança	Pi.	H	2	120	Construção
Pedra	Ba.	H	1	20	Final/Mont.
Itaparica	Pe.	H	6/10	1500/2500	Construção
Xingó	Ba.	H	-	4 000	Estudos
Bonji	Pe.	T	3	150	Final/Mont.
Camaçari	Ba.	T	3	300	Montagem
São Luis	Ma.	T	2	120	Montagem
Total S/Xingó	-	-	-	5575/7160	-

Usinas situadas na área da DORP

Além do complexo de Paulo Afonso, a DORP tem sob sua responsabilidade as usinas Pilôto e Moxotó. Atualmente está em fase de montagem e construção mais 3 usinas hidrelétricas na área da DORP que são: P.A.IV, Itaparica e Sobradinho.

Complexo de Paulo Afonso

O complexo de Paulo Afonso é dividido em três usinas denominadas de Paulo Afonso I, II, III, possui 13 geradores, está situada na barragem Delmiro Gouveia.

Usina P. A. I.

<i>Gerador</i>	<i>Sincro</i>
<i>Turbina</i>	<i>Francis</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>3 (três)</i>
<i>Pot. Total</i>	<i>180 MW</i>
<i>Fator de Potência</i>	<i>0,98</i>
<i>Tensão</i>	<i>13,8 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>2567 A</i>
<i>Excitação</i>	<i>Independente</i>
<i>Gerador - Fab.</i>	<i>Westinghcase</i>

Usina P. A. IIa

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Turbina</i>	<i>Francis</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>3 (três)</i>
<i>Pot. Total</i>	<i>225 MW</i>
<i>Fator de Potência</i>	<i>0,95</i>
<i>Tensão</i>	<i>13,8 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>3.303 A</i>
<i>Excitação</i>	<i>Independente</i>
<i>Gerador - Fab.</i>	<i>Hitachi</i>

Usina P. A. IIb

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Turbina</i>	<i>Francis</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>3 (três)</i>
<i>Pot. Total</i>	<i>255 MW</i>

Tensão 13,8 kV
Corrente 3.743 A
Excitação Independente
Gerador - Fab. Asea

Usina P. A. III

Gerador síncrono
Turbina Francis
Nº de unidades 4 (quatro)
Pot. Total 864 MW
Fator de potência 0,9
Tensão 13,8 kV
Corrente 10,041 A
Excitação Independente
Gerador - Fab. Siemens

Usina P. A. IV

Gerador Síncrono
Turbina Francis
Nº de unidades 6 (seis)
Potência Total 2450 MW
Fator de potência 0,9
Tensão 18 kV
Corrente 13.167 A

Apenas uma máquina da P. A. IV estar em operação no sistema, produzindo 4105 MW, a segunda máquina estar prevista para dia 20 de

março de 1980 dar o 1º giro e a terceira máquina para novembro ' de 80.

Sobradinho

A barragem de Sobradinho é destinada para aproveitamento hidroelétrico e regularização plurianual do rio São Francisco. Está situada a montante das barragens de Delmiro Gouveia e Moxotó, sua bacia acumulará um volume d'água de 34 bilhões de m³, cobrindo uma área de 4.214 km².

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Turbina</i>	<i>Kaplan</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>6 (seis)</i>
<i>Potência Total</i>	<i>875/1050 MW</i>
<i>Fator de potência</i>	<i>0,9</i>
<i>Tensão</i>	<i>13,8 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>7.330 A</i>

Usina de Itaparica

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>6/10</i>
<i>Potência Total</i>	<i>1440/2400 MW</i>
<i>Fator de potência</i>	<i>0,9</i>
<i>Tensão</i>	<i>16 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>1698 A</i>

Usina Piloto

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>1 (uma)</i>
<i>Potência Total</i>	<i>2 MW</i>
<i>Fator de potência</i>	<i>1,0</i>
<i>Tensão</i>	<i>2,4 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>487 A</i>
<i>Excitação</i>	<i>Independente</i>

Usina Moxotó

A usina Moxotó fica situada na barragem do mesmo nome, a montante da Delmiro Gouveia. A principal razão da construção desta barragem foi a necessidade da regularização plurisemanal do rio.

<i>Gerador</i>	<i>Síncrono</i>
<i>Turbina</i>	<i>Kaplan</i>
<i>Nº de unidades</i>	<i>4 (quatro)</i>
<i>Potência Total</i>	<i>440 MW</i>
<i>Fator de potência</i>	<i>0,9</i>
<i>Tensão</i>	<i>13.8 kV</i>
<i>Corrente</i>	<i>4673 A</i>

EQUIPAMENTOS

As primeiras atividades desenvolvidas na Empresa foi um conhecimento completo das máquinas principais que compõe as usinas do sistema CHESF. No complexo Paulo Afonso existem cinco usinas hidro-elétricas que são: P.A. I, P.A. II, P.A. III, P.A. IV e Moxotó, dos quais quatro utilizam turbinas FRANCIS, e apenas uma utiliza turbina Kaplan (Moxotó).

Nesta fase do relatório tentaremos mostrar as partes que formam uma usina hidro-elétrica, e explicar a finalidade de cada equipamento que está contido nesta usina.

Para isto tomaremos como base a usina de Moxotó, na qual a sua máquina utiliza uma turbina KAPLAN. Os componentes a serem descritos, tem bastante semelhança a quase todos os componentes existentes em uma máquina que utiliza turbina FRANCIS, logo, faremos referências as peças em que não possuam semelhanças idênticas.

Definição:

Máquinas Matrizes - Turbinas

São máquinas matrizes, que pela forma adequada que se dá aos canais, formada pelas pás de um eixo giratório (rotor), conseguem que a ocorrência das forças hidráulicas nas pás do rotor transformem a energia hidráulica em energia mecânica, que por sua vez a transformam em energia elétrica.

Na CHESF são utilizada dois tipos de turbinas: turbinas FRANCIS, para médias alturas (80 a 300 m) e pequenas vazões ($280 \text{ m}^3/\text{s}$), e turbinas KAPLAN, para pequenas alturas (até 80 m) e grandes vazões como $580 \text{ m}^3/\text{s}$ (Moxotó).

Todas as máquinas das usinas CHESF são de eixo vertical. Os equipamentos principais de uma usina hidro-elétrica:

I - Tomada d'água - a tomada d'água de cada um dos grupos hidro-geradores tem dimensões de 14,3 m por 21,3 m, sendo constituídas por três vãos. Cada vão é munido de:

Ia- Grades de Proteção - tem por finalidade impedir o acesso de detritos de maior parte, que possam danificar os órgãos das máquinas como: palhetas diretrizes, pás do rotor, etc. As grades são constituídas de vareta inclinadas com 18 m de comprimento e espaçadas de 20 cm.

Ib- Comportas tipo vagão - cada grupo hidro-gerador é provido de uma unidade óleo-hidráulico, para o comando de três comportas.

Cada comporta tem dimensões de 14,3 m por 7,1 m e são constituídas de seis elementos. O movimento de abertura e fechamento

das compostas podem recaber comando local ou remoto. Cada movimento é efetuado a duas velocidades distintas:

Pré-abertura - ocorre para que possa haver um equilíbrio de pressão entre a caixa espiral e a tomada d'água. Esta pré-abertura será no máximo 400 mm.

Sistema hidráulico para abrir e fechar a comporta conforme enexo.

Abertura complementar (Total) - o comando para abertura complementar só será possível quando a pressão estiver equilibrada. Esta informação é fornecida por um manômetro diferencial, o qual é alimentada por tomadas a montante e fusante da comporta.

Quando as máquinas estão em operação, existem dois cachorros de segurança ou seja travas para evitar, que devido a falhas a comporta venha a fechar.

Ic- Comportas de manutenção (stop - logs) - as comportas de manutenção tem por finalidade vedar a montante da caixa espiral, a fim de permitir acesso para inspeção da referida caixa e das compostas principais.

A operação de colocação e retirada é feito por um portico de 100/10 ton, que iça cada painel utilizando uma viga pescadora, projetada especialmente para este serviço.

Id- Máquina limpa grades - a finalidade desta máquina é retirar os detritos que se acumulam junto as grades, a qual pode correr sobre trilhos toda a extensão da tomada d'água. O processo de descida e subida é feito através de um equipamento denominado rastelo. Os detritos acumulados são colocados em uma vagonete.

II - Caixa Espiral - é constituída de aço, com revestimento de concreto. Na entrada existem dois pilares para direcionar a água até o pré-distribuidor. Cada caixa espiral possui:

- duas tomadas de pressão
- porta para inspeção, a qual permite a entrada para o interior da caixa, a partir da galeria de drenagem.
- dreno para esvaziamento da caixa espiral, a qual deságua para o tubo de sucção.

III - Tubo de Sucção - constituído de concreto, com revestimento de chapas de aço apenas na seção superior e na extremidade inferior. No final existem ranhuras para colocação de comportas de manutenção "stop logs". Cada comporta de manutenção é formada por quatro paineis, exigindo assim oito paineis para vedação do tubo de sucção. Cada tubo de sucção possui:

- tomadas de pressão
- duas portas de inspeção que permite entrar no tubo de sucção e de efetuar o serviço de manutenção no rotor.
- descarga da tubulação de drenagem da caixa espiral
- dreno para esvaziamento do tubo de sucção, através de uma bomba de 300 hP

IV - Turbina - A usina de Moxotô possui quatro turbinas, tipo KAHAN, de eixo vertical, com pás ajustáveis, cada uma com capacidade de 110 MW, perfazendo um total de 440 MW, com um vazão por turbina de $580 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma queda de 22 m.

As usinas P.A.I, P.A.II, P.A.III e P.A.IV, possuem turbinas tipo FRANCIS, de eixo vertical, suas pás não são ajustáveis,

a capacidade por máquina varia de 60 MW (P.A.I) a 410 MW (P.A.IV) e quedas de 68 m a 120 m.

As principais partes de uma turbina KAPLAN são:

IVa- Rotor - tem diâmetro de 8370 mm e possui 5 pás KAPLAN (ajustáveis). As pás, o cubo e a ogiva são confeccionadas de aço fundido.

Para evitar o efeito da cavitação, cada pá está dotada de uma aba de aço inoxidável, localizada na sua extremidade, e uma camada de aproximadamente 3 mm revestindo todas as pás, também em aço inoxidável.

No interior do rotor existe um servomotor com cilindro móvel e um sistema de alavancas, cuja finalidade é o acionamento das pás KAPLAN, dando-lhe um maior ou menor rendimento, conforme a posição das pás.

O rotor tipo FRANCIS é uma única peça, confeccionada em aço fundido, possuindo um revestimento de 3 mm em aço inoxidável, para amenizar o problema de cavitação. Suas pás não são ajustáveis, e para aumentar ou diminuir o rendimento existe um mecanismo distribuidor.

IVb- Eixo - o eixo tem forma de um cilindro oco, e é constituído de aço forjado.

O furo central do eixo, é destinado a passagem das tubulações, que tem como finalidade, levar óleo sob pressão, para acionamento das pás KAPLAN. Nas suas extremidades, o eixo é dotado de flanges para acoplamentos rígidos com o eixo do gerador e com o cubo do rotor.

Próxima a extremidade do acoplamento do rotor, acha-se solidário ao eixo um cubo, que serve de superfície de encosto aos elementos de vedação, segmento de carvão.

Nãoregião do mancal guia inferior, o eixo apresenta um ressalto com diâmetro de 1371 mm que se constitui em superfície móvel para o mancal.

IVc- Mancais

1. Mancal Guia Inferior - o mancal guia inferior é do tipo auto-lubificado e auto-refrigerado. Seus segmentos (12 cidade útil para 400 litros de óleo lubrificante, o qual encontra-se fixado a tampa interna da turbina.

A auto-refrigeração do mancal se processa através de transferência de calor, do óleo para a caixa do reservatório e desta para o ambiente.

2. Mancal Guia-Escora Combinados - o conjunto do mancal guia-escora está localizado no acoplamento do eixo da turbina com o eixo do gerador. O conjunto suporta um peso de 880 ton, e se apoia em uma peça suporte em forma de cone, a qual por sua vez está fixa a tampa intermediária da turbina. O mancal está contido em um reservatório (caixa do mancal) com capacidade de 5600 litros de óleo lubrificante. Neste caso o resfriamento do óleo é feito através de serpentinas de refrigeração, nas quais circula água a uma vazão de 546 l/min.

Em condições de giro a rotação nominal, os mancais são auto-lubificados pelo processo de bomba de óleo. Entretanto existe um sistema de injeção de óleo, sob alta pressão, des

tinado a lubrificação forçada do mancal escora, durante a partida e parada das máquinas. Este sistema é composto, basicamente, de circuito hidráulico e moto-bomba que funciona automaticamente para uma faixa de velocidade 0% e 90%. Para casos críticos também é possível comando manual da moto-bomba.

IVd- Tampas da Turbina

1. Tampa interna - a estrutura está prevista pra suportar o mancal guia inferior e a vedação do eixo da turbina. A tampa é atravessada em toda sua extensão por dois tubos de diâmetro de doze polegadas, os quais são parte integrante do dispositivo de aeração. No fechamento superior da tampa, estão previstas as aberturas necessárias para acesso ao interior, bem como, instalações hidráulicos (bombas) de drenagem e seus respectivos comandos. A extremidade inferior da tampa está protegida por um anel de desgaste em bronze, constituído de doze segmentos.
2. Tampa intermediária - esta conectada a tampa externa e interna por meio de parafusos. No seu interior estão localizados os motores das bombas de drenagem da água de vedação. Na parede externa da tampa, existe uma abertura de 406 mm, que poderá servir para a passagem de peças pequenas, em época de manutenção.
3. Tampa externa - é fabricada em quatro partes, rigidamente aparafusadas entre si. A tampa intermediária transmite os esforços provenientes do mancal escora que por sua vez, transmite ao conjunto de diretrizes fixas. Na parte superior

existem furos rosquados para fixação de buchas e anéis de encosto das manivelas.

IVe- Vedação do eixo - A vedação está localizada na região onde o eixo atravessa a tampa inferior e tem por objetivo manter a estanqueidade da cobertura da turbina. Prevista com auto-alinhamento em relação ao eixo e capaz de suportar o torque e o empuxo normalmente associados aos sistemas de eixos de transmissão. Durante a operação das máquinas, a vedação é provida por dois anéis constituídos de segmentos de carvão, convenientemente dispostos e fixados em redor do eixo, tendo como superfície de contato a luva de aço inoxidável fixada ao eixo. Os segmentos de carvão, conforme a sua posição, provoca uma vedação radial (laterais) ou axial (superiores).

A água filtrada fornecida a vedação, tem como objetivo não somente a refrigeração e lubrificação dos anéis de carvão, mas também evitar a passagem da água bruta, pela vedação, o que viria acarretar desgaste prematuro nos anéis e na luva de aço inoxidável.

Na interrupção do fornecimento d'água, o indicador de fluxo é fechado, provocando um desligamento da unidade.

Durante os períodos de paradas prolongadas das máquinas ou quando da necessidade de verificação ou troca dos anéis de carvão, deverá ser utilizada a junta de vedação circular, fabricado em nitrila. Essa junta que é designada selo de parada ou de manutenção, está é acionada por meio de ar comprimido, a uma pressão de 4 kg/cm^2 . O circuito de ar está equipado com válvula re

guladora de pressão e um pressostato.

V - Mecanismo de distribuição - Este equipamento é considerado o coração da usina, pois ele é quem controla a produção de energia na máquina, conforme a quantidade de energia, exigida no sistema, ele aumenta ou diminui o fluxo d'água, através da abertura das diretrizes móveis, conseqüentemente dando uma maior ou menor velocidade no rotor da turbina. É constituído de vários componentes, sendo os principais:

Va - Diretrizes móveis ou Palhetas ajustáveis - as diretrizes móveis são em número de vinte e quatro palhetas, estas são montadas ao redor do rotor da turbina, em posição vertical e destinam-se a controlar a vazão da água através da turbina. Cada uma delas é dotada de dois eixos, um inferior e outro superior, em torno dos quais gira, sendo acionada pela sua respectiva alavanca de articulação. A superfície de cada eixo é protegida por uma luva de aço inoxidável. A área de contato mútuo entre diretrizes, quando fechadas, deverá ser limpa e aplainada, para maior estanqueidade. As buchas (aço inox) em contato com o mancal são auto-lubrificantes (óleo), dispensando a utilização de graxa.

Ao redor das diretrizes móveis, existem um anel, com palhetas finas, de construção soldada, estão posicionadas no final do caracol. O rotor e as diretrizes estão contidas no seu interior. A sua função é direcionar, suavizar o fluxo d'água até as diretrizes, não permitindo que provoque turbulência, próximo as diretrizes e ao rotor da turbina, evitando assim que os com

ponentes (mancais, eixo, etc), sejam danificados, devido a vibrações excessivas que seriam causadas na turbulência.

Vb- Hastes de Cisalhamento, alavancas e braços - As alavancas de articulação são conectadas pelas extremidades ao anel de regulação e as hastes de cisalhamento. Cada braço recebe o movimento do anel de regulação pela respectiva alavanca e haste transmitindo-o à diretriz móvel, a qual está solidária, no seu eixo superior, por meio de três chavetas e parafuso de aperto. Cada haste de cisalhamento está conectada ao respectivo braço de articulação por meio de um pino de cisalhamento, o qual em presença de esforço excessivos se romperá, não causando danos à diretriz móvel. Cada máquina possui vinte e quatro hastes de cisalhamento, alavancas e braços.

Vc - Anel de regulação - o anel de regulação está montado ao redor dos eixos superiores das diretrizes móveis. Dispõe de dois olhais diametralmente opostos no lado externo, aos quais são conectados as extensões das hastes dos pistões dos servomotores. O mecanismo de distribuição é operado automaticamente pelos servomotores, em função da variação de rotação e a carga do gerador.

Vd - Servomotores - Os dois servomotores são rigidamente parafusados pela base, a uma placa de aço chumbada ao concreto localizados no interior do poço da turbina, no lado oposto a porta de acesso ao poço.

Constam basicamente de dois cilindros com diâmetros interno de 18 polegadas e dois pistões com hastes conectadas ao anel de

regulação, por meio de duas peças de extensão.

Os servomotores são acionados hidráulicamente através do óleo sob pressão proveniente do sistema de regulação, através de dois tubos de aço sem costura de diâmetro nominal de 5 polegadas, que atingem o interior do poço da turbina, através de uma cobertura no octágono da mesma.

Os tubos recebem reduções de cinco para quatro polegadas, antes de serem conectados aos servomotores.

A posição das diretrizes móveis é indicada sobre uma escalada gravada no anel de regulação. A posição de cada pistão com relação ao respectivo servomotor é indicado por meio de uma haste graduada de 0% a 100%.

Os servomotores são operados automaticamente pelo regulador de velocidade, de acordo com a variação de carga do gerador.

Ve - Regulador de Velocidade - compõe-se das seguintes unidades principais:

1. Gerador do sinal da velocidade - é o equipamento que fornece o sinal de velocidade para o regulador.
2. Painel de comando do regulador de velocidade - este painel contém os equipamentos eletrônicos e auxiliares do regulador. Nele são aplicados os sinais de velocidade produzidos pelo sistema, e também as informações de carga da unidade geradora.

Atuador - esta unidade recebe e amplia os impulsos recebidos do regulador, sobre o distribuidor (posição das palhetas).

O movimento deste controla a admissão de água na turbina e o ângulo de atuação e conseqüentemente, a velocidade e a potência da máquina.

A finalidade é controlar a velocidade, conforme a carga do gerador. Se o sistema exigir uma maior carga, o regulador recebe informações através de sinais eletrônicos, e transforma em comandos hidráulicos, enviando sinais do comando para os servomotores, dando uma maior abertura nas diretrizes móveis, logo uma maior velocidade na turbina, corrigindo a frequência.

Para que os servomotores trabalhem existem uma unidade de bombeamento e acumulação de óleo, é parte do sistema responsável pelo fornecimento de potência hidráulica. Esta unidade só entra em ação após receber sinais de comando do regulador de velocidade, que podem ser automático ou manual, e é composto basicamente de:

1. reservatório de óleo de 13 000 litros
2. moto-bombas de 200 hp
1. acumulador de pressão de ar-óleo
1. compressor de 5 hp, válvulas, registros, etc.

VI - Gerador - os aspectos que merecem maior destaque em um gerador são:

VIa- Sistema de Refrigeração - é do tipo ar-água, com circuito de ar fechado, e compreende 12 trocadores de calor (radiadores), indicadores de fluxo de água, válvulas e turbulações. O consumo de água na refrigeração do gerador é de 3 900 l/min.

VIb- Sistema de Frenagem e Levantamento - cada gerador tem um sistema com finalidade dupla, de levantamento e frenagem. Sendo fornecido óleo para 12 (doze) macacos a uma pressão de 7 bar, na frenagem e 250 bar no levantamento. As operações se processam da seguinte maneira:

1. Frenagem - pode se processar automaticamente ou manual. Acerca do comando automático, se processa de duas maneiras: normal ou por deslizamento. No processo de frenagem normal, os freios são acionados automaticamente quando a velocidade da máquina atinge 40 RPM (50%) e permanecem em pre-estabelecido (cerca de 10 min).

No processo de frenagem por deslizamento, enquanto a máquina está parada, sua condição de repouso é verificada por um dispositivo de retenção de deslizamento. O qual liga o sistema de frenagem de óleo para o mancal.escora.

2. Levantamento - o levantamento da massa girante da máquina somente pode ser executada mediante comando manual. Tal manobra é feita ligando-se inicialmente a bomba de levantamento. Em seguida é dado um segundo comando, que interrompe o retorno do óleo para o reservatório, passando assim a alimentar os macacos. Este segundo comando pode ser remoto ou local. O funcionamento da bomba de levantamento é interrompido automaticamente, por chaves no fim do curso, quando o rotor atinge a altura de cerca 20 mm.

O comando da bomba só permite sua energização quando a máquina está parada, esta função é executada pelo dispositivo de detenção de deslizamento.

VIc- Mancal quia do gerador - o mancal está localizado acima do rotor do gerador. Ele apresenta doze segmentos ajustáveis (so patas), imersos no óleo. Quanto ao tipo, é um mancal auto-lubrificado e de refrigeração forçada.

A lubrificação se dá pelo processo banho de óleo. Por sua vez a refrigeração de óleo é feito pela circulação da água em serpentina de cobre, localizada no interior da caixa do mancal.

VIId- Sistema de Proteção Contra-Incêndio - cada gerador vem acompanhado de um sistema individual contra incêndios, que inclui duas baterias de gás carbônico. A primeira bateria é prevista para descarga lenta e a segunda para descarga rápida. A operação do sistema contra incêndio se processa manual ou automática.

A operação manual é feita através de botoeiras situadas na sala de controle (comando) e em painel do piso do gerador, ou mediante acionamento de alavanca manual, localizada junto ao próprio equipamento.

Por sua vez, a operação automática é desencadeada por atuação da proteção diferencial do gerador ou por alta temperatura do ar no interior do air-house, (cerca 100°C).

MANUTENÇÃO

Em um sistema Hidráulico (Usina) o que dispensa maior importância, são os equipamentos de grande porte, tais como: geradores, turbinas, transformadores, etc.

Para um perfeito funcionamento, é necessário que operem dentro de uma faixa considerada normal. A operação fora da faixa considerada normal, pode danificar o equipamento em pouco tempo. As anormalidades mais comuns são: lubrificação, cavitação nos rotores das turbinas, vibração, etc.

De modo a evitar que os equipamentos funcionem em condições anormais, existem dispositivos que supervisionam constantemente todas as grandezas do sistema, são os relés.

Os relés ao detectarem uma falha no sistema enviam sinais de alarme a central de comando, de modo que isolem o defeito evitando que este defeito aumente no equipamento afetado ou se propague a outros elementos do sistema.

INTRODUÇÃO

Temos dois caminhos da manutenção, que se compõe dos métodos' corretivo e preventivo.

O método corretivo, a manutenção é reduzida a uma simples seção de reparos de emergência, que tem a seu encargo a difícil tarefa de localizar e sanar os defeitos que por acaso, apareçam, já que é chamada a intervir somente nos casos de pane em equipamentos que' operam em regime de trabalho contínuo.

O método preventivo, obedece a um padrão já previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas, para que sejam realizadas trocas de peças gastas por novas, assegurando, assim, o funcionamento perfeito da máquina, por um período já pre-determinado.

Na CHESF as paradas periódicas são programadas em computadores, os engenheiros e técnicos fazem a manutenção seguindo guias de inspeção.

I - Lubrificação:

A função básica da lubrificação é a redução do atrito existente entre duas superfícies sólidas dotadas de movimento relativo. Para que tal objetivo seja conseguido através da lubrificação, introduz-se uma camada de uma substância lubrificante entre as superfícies em contato, transformando o atrito sólido em atrito fluído.

Para efeitos de lubrificação, considera-se o conjunto turbina gerador como uma só unidade. O sistema de lubrificação normalmente'

é por circulação. As partes a lubrificar, mais importantes são, mancal quia, mancal escora e regulador.

Os mancais tem uma lubrificação feita por circulação au banho e a refrigeração pode ser feita também por um sistema de circulação de óleo ou por serpentina refrigerante de água ou po ar.

Os reguladores são muito prejudicados pela formação de depôsitos oriundos de oxidação e principalmente contaminação de óleo com' água, logo que isto ocorra deve-se fazer uma centrifugação completa de todo o óleo.

O óleo de turbina deve merecer todos os cuidados para preservar sua vida em serviço. Logo toda instalação de lubrificação existe sistemas de purificação por decantação, filtração por meio de papel e centrifugação. Quando se tomam as devidas precauções sua duração útil pode ser superior a 20 anos, fazendo-se apenas as reposições necessárias para completar o nível.

O sistema deve conter a quantidade mínima de ar possível, para retardar a oxidação do óleo, logo, recomenda-se que os tanques ' contenham sempre 80 a 95% de sua capacidade. A reposição de óleo novo não deve ultrapassar a 10% da quantidade total, pois, uma quantidade maior de óleo novo adicionado ao óleo já em processo de oxidação, pode acelerar o processo de decomposição da totalidade do óleo, ocasionando a formação de borras, prejudicando a refrigeração, pois se acumulariam nas serpentinas.

Geralmente emprega-se um só tipo de óleo para todo o sistema.

Devido as cargas axiais suportadas pelo mancal escora utiliza-se um óleo ligeiramente viscoso (250 a 350 sus a 100°F).

II - Purificação dos óleos de turbinas

1. Decantação e filtração - conserva-se o óleo em repouso durante um longo período, comumente 10 a 15 dias. Deixa-se o óleo em repouso o suficiente para sedimentação das impurezas maiores. O óleo decantado geralmente passa através de um purificador centrífugo ou filtro.
2. Purificação por centrifugação - um purificador centrífugo é um aparelho que revolve o óleo a alta velocidade, desenvolvendo força centrífuga para separar as matérias mais pesadas e a água do óleo. Num purificador centrífugo o óleo limpo e a água são continuamente descarregadas por meio de bocais separados, enquanto que as matérias sólidas são coletadas no recipiente cônico no fundo por onde são removidas.

Quando a máquina está em operação, o purificador centrífugo pode ser ligado diretamente da máquina para o reservatório durante dias, fazendo uma limpeza semi-completa. Quando a máquina está parada, o purificador é ligado de um reservatório para outro fazendo uma limpeza completa, que podem ser chamadas de purificação parcial e purificação contínua respectivamente.

Cavitação

Um problema bastante frequente em turbinas hidráulicas, é a cavitação.

Este fenômeno ocorre devido a pressões baixas, inferiores a pressão do vapor, forçando a formação de espaços vazios, de onde desprendem bolhas de vapor d'água, que provocam explosões, nas pás do rotor, e em pouco tempo apresentam corrosões bastante acentuadas nas pás, acarretando na diminuição da potência da máquina, e na maioria dos casos provocam vibrações, seguidas de bastante ruído.

Existem duas faixas de trabalho na máquina, em que o índice de cavitação ocorre com maior frequência ou seja um maior poder de destruição nas pás. Estas faixas são a 20% e a 60% da carga de trabalho da máquina.

Para diminuir esta ocorrência de cavitação, colocou-se um compressor, e quando a máquina está na faixa crítica de trabalho, é injetado ar comprimido nas pás do rotor, diminuindo em 50% o índice de cavitação.

A manutenção do rotor que apresenta cavitação é feita no final de semana, parando a máquina uma vez por semana, até completar a manutenção. A manutenção se processa da seguinte maneira:

Condições que a máquina deve ser entregue:

- a) adutor vazio
- b) compostas de sucção ou descarga fechadas
- c) comportas de adução fechadas
- d) tubos de sucção drenados
- e) plataforma para inspeção do rotor montada.

Procedimentos:

- a) medir as áreas cavitadas, fazendo uso de uma trena milimétrica e estilete de aço.
- b) delimitar as áreas cavitadas, em seguida toma-se os valores dos comprimentos e largura.
- c) deve-se localizar as áreas cavitadas, marcando-as nas folhas de registro de teste e medição.

I - Levantamento das áreas atingidas - a extensão do dano superficial é quem a necessidade de reparos nas áreas cavitadas. É normalmente anti-econômico reparo nas áreas cavitadas, cuja profundidade não ultrapasse três a quatro milímetros. De posse dos dados pode-se determinar aproximadamente a quantidade de material a ser removida, sendo de grande utilidade um levantamento criterioso, pois o mesmo fornecerá subsídios para o cálculo da quantidade de solda a ser utilizada no reparo. A solda utilizada é especial, a base de aço inoxidável.

II- Verificação do perfil das pás do rotor - isso é feito fazendo-se uso de gabaritos especiais, contendo as formas das pás do rotor, e visa comparar a intensidade do desgaste nas pás em função do perfil hidráulico da mesma. Pás com perfil diferente devem apresentar um desgaste bem mais acentuado.

III- Delimitação das áreas a serem enchidas - nas regiões de revestimento inoxidável, as áreas a serem removidas restringem-se unicamente, aqueles onde existem crateras, enquanto nas regiões de

transição de inoxidável/aço fundido deve-se ultrapassar pelo menos cerca de 25 mm além das áreas danificadas.

A marcação é feita por meio de giz, contornando as áreas a serem removidas.

IV - Remoção e limpeza da área cavitada - no caso da desgaste ser pequena intensidade, é mais aconselhável o esmerilhamento para remoção das áreas cavitadas. Quando o desgaste for bastante acentuado, deveremos remover as áreas cavitadas com cinzeis de tipo e tamanho apropriado, e em seguida proceder um desgaste por meio de esmerilhamento.

A escolha de um processo ou de outro é função de muitas variáveis, a saber: extensão da área, localização, acesso, etc.

A limpeza é feita através de um jateamento de areia fina. Todas as ferramentas utilizadas deverão ser acionadas por ar comprimido. Para tal, deve-se prever a instalação de filtro, válvula redutora de pressão e lubrificação automática.

V - Enchimento das áreas cavitadas - Todas as áreas são cheias com solda elétrica e arco, com corrente contínua, e eletrodos revestidos.

Devido a condição de soldagem quase sob-cabeça, locais de difícil acesso, deve-se utilizar soldadores realmente qualificados.

O enchimento das áreas deve ser feito partindo-se das regiões mais profundas, procurando com isso a obtenção de uma superfície regular durante o processo, caso a profundidade da área

ultrapasse a espessura do inoxidável (maior de 8 mm) deve-se utilizar como almofada um eletrodo de aço doce (AWS - E - 7018), para trazer até cerca de 4 a 6 mm do contorno da superfície original. A camada final é feita com eletrodo de aço inoxidável, no mínimo uma camada de 3 mm, para boa proteção. Os tipos de eletrodos de aço inoxidável mais utilizados são os seguintes: AWS-E-316116 e AWS-E-309-15. Todos os eletrodos devem ser guardados em estufa, pois eles tem uma afinidade especial por umidade.

VI - Desbaste, Controle do perfil das pás, Retoques e Polimento - o esmerilhamento das áreas soldadas, especificamente até o acabamento desejado, normalmente leva tanto tempo ou mais do que a soldagem. O desbaste das áreas soldadas é feito por meio de um abrasivo de granulometria grossa (grãos de 16, 18 ou 20), e deve-se tomar muito cuidado para que o perfil das áreas desejadas aproxime-se o possível da peça original, para isso utiliza-se um gabarito especial.

Depois do esmerilhamento das áreas reparadas, uma limpeza com uma solução de sulfato de cobre comercial irá identificar qualquer área do aço inoxidável que foi esmerilhado até o metal base.

Após os retoques, faz-se o polimento final, por meio de abrasivo de granulometria fina, dando-se especial atenção a maneira de movimentação da esmerilhadeira, fazendo-se o polimento em um sentido, e logo após em sentido contrário. A superfície deverá ficar o mais espalhado possível.

VII - Teste de trincas - A identificação das trincas é feita visualmente, no caso de trincas grandes e por meio de líquido penetrante e ultra-som no caso de trincas menores.

Para a utilização de líquido penetrante deve-se fazer uma limpeza rigorosa da área a ser testada, através de um solvente de boa qualidade, dando uma indicação visível de descontinuidade após a aplicação do líquido penetrante.

O ensaio de ultra-som indica a existência de imperfeições de fundição ou soldagem e trincas nas áreas de difícil acesso.

Reparo das trincas -

- a) remover as trincas por meio de esmeril, até cerca de 12 mm à frente da mesma, devem ser completamente removidas, e deixadas chanfradas.
- b) pre-aquecer a região a ser soldada até cerca de 100°C, controlando a temperatura.
- c) é de maior importância que todo óleo, graxa, qualquer agente contaminador seja removido antes da soldagem.
- d) utilizar o mesmo eletrodo usado na soldagem inicial, a solda deverá ser por etapas, usando cordões descontínuos, porém, antes de cada etapa pre-aquecer o campo de trabalho.
- e) a cada três passes, verificar a existência de nova trinca, fazendo-se uso de líquidos penetrante.

Vibração

Devido ao fenômeno de cavitação, problemas de montagem e outras fatores, acarretam em vibrações fortes nos equipa -

mentos de menor importância.

Por este motivo existem testes periódicos de vibração, para verificar se está no padrão estabelecido ou em excesso.

Através de um relógio comparador ou de um transdutor de proximidade, abtem-se a frequência, que é o número de ciclos que se repete dividido pelo tempo gasto, tem-se também a fase (ângulo entre uma posição instantânea de uma parte vibratória e um ponto de referência), logo teremos a velocidade de vibração. Com estes parâmetros podemos definir as tolerâncias de vibração. Obtido estes dados consultaremos a Carta de Severidade de Vibração da máquina, conforme fig. (3), que é dado em centésimo de milímetro e então sabemos se a máquina está trabalhando nos padrões exigidos.

Os locais principais de medições de vibração são as caixas dos mancais e o eixo, nas proximidades do mancal. O principal equipamento de medição é o transdutor de proximidade, pois suas medidas são bastante eficazes. O teste de vibração se processa da seguinte maneira:

O transdutor de proximidade é colocado próximo (de 1 a 1,5mm) ao eixo ou mancais, emitindo uma capa de 10 V sobre o equipamento que está sendo medido, devido a existência de vibração ocorre uma variação na carga, que é detectada por um voltmetro, que passando por um filtro de correntes é transmitido os sinais para um amplificador, finalmente estes sinais já amplificados são transmitidos para um instrumento, que conforme a variação de as gráficos são escritos. Através de vibração, ve

rificando os pontos de pico a pico.

Guia de Manutenção para os elevadores

a) Cabine

- *verificar as portas quanto a deformação e corrosão*
- *verificar os pinos e articulação quanto a folga, deformação e fixação*
- *verificar as condições das correntes e engrenagens*
- *verificar as condições dos amortecedores*
- *verificar condições da pintura de proteção*
- *verificar as condições dos patins guias e corrediças quanto a fixação e desgaste*
- *verificar condição da estrutura metálica quanto a trinca e deformação*

b) Redutor de velocidade

- *verificar quanto a estanqueidade*
- *verificar os mancais quanto a presença de ruídos estranhos, vibrações e temperaturas anormais*
- *verificar quanto ao desgaste os dentes da engrenagens*
- *verificar o acoplamento quanto ao alinhamento e vibração*

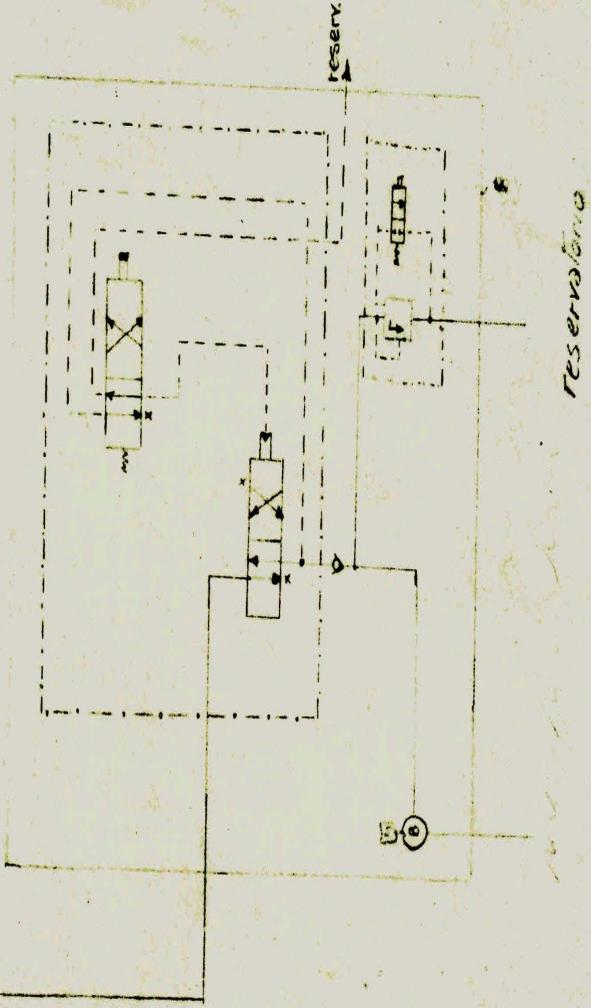
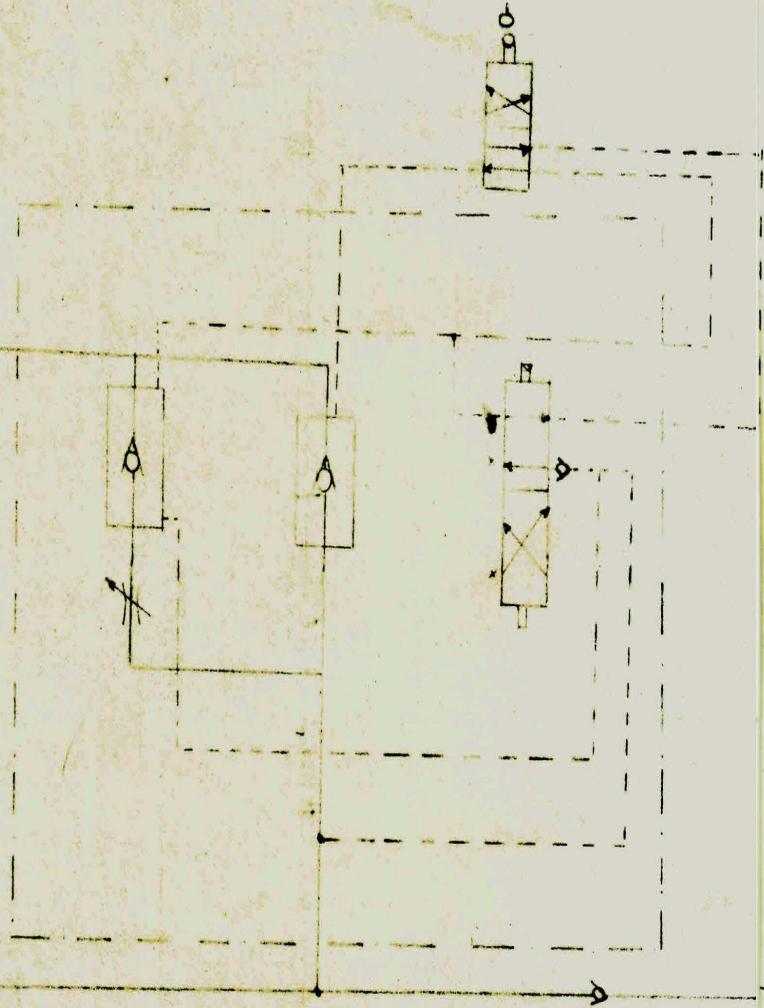
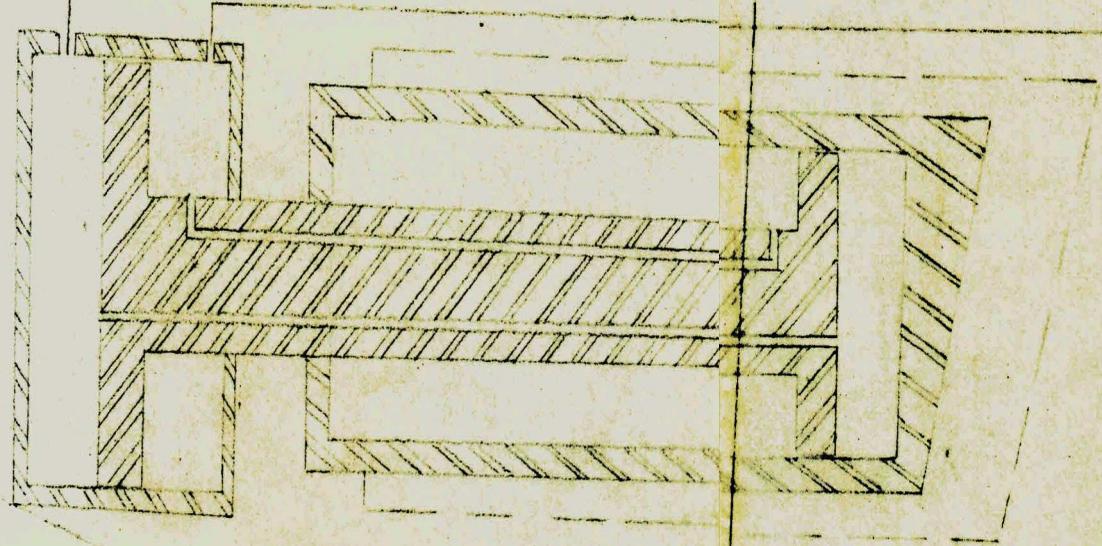
Comentários e sugestões

O estágio é altamente valioso para o aluno, pois lhe dá uma boa formação pré-profissional, possibilitando sedimentar os conhecimentos recebidos na universidade.

O estagiário Hailton Alves da Nóbrega, acumulou grande conhecimento técnico, tendo oportunidade de conhecer todos equipamentos básicos de um sistema hidroelétrico completo (turbina, gerador, transformador, etc), onde alguns equipamentos até então, só conhecia através de figuras de livros didáticos.

O pessoal encarregado de supervisionar o estágio na empresa, especialmente a eng^o Luis Carlos Coutinho, prestou valiosa colaboração, orientando sempre de modo a se obter o máximo do estágio.

É aconselhável que os novos alunos destinados a estagiarem na CHESF, tenham uma boa formação em máquinas hidráulicas e manutenção. O estagiário sugere adotar como pré-requisito a cadeira de máquinas hidráulicas e pneumáticas e manutenção, pois como foi visto nas páginas anteriores, grande parte deste estágio gira em torno de turbinas hidráulicas e manutenção. Surgere também que o cronograma de estágio seja modificado, diminuindo o período de visitas aos serviços e aumentando o de permanencia em serviços de manutenção, por exemplo:



Sistema Hidraulico
 que permite abrir ou
 fechar o comporta da
 Usina de Xaxoto.
 CHESF

ANEXO 2

Reservatório

TERMO DE COMPROMISSO

Adm. c/RDRH-09.459/79, de: 27 de dezembro de 1979.

A COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO, sociedade de economia mista federal e concessionária de serviço público da União, com sede em Recife, Estado de Pernambuco, na Rua Dr. Elphego Jorge de Souza, nº 333, inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda - C.G.C. nº 33.541.368 / 0001-16, neste ato representada pelo Administrador Regional _____, doravante denominada simplesmente CHESF e Hailton Alves da Nóbrega..... nas cido em Campina Grande-PB, de nacionalidade brasileira, estado civil solteiro, carteira de trabalho nº 75153/00001 C.P.F. 274.648.814-00, residente na Rua "P", 112 - CHESF, doravante denominado ESTAGIÁRIO, celebram, nos termos da lei nº 6494/77, com a interveniência da Escola Universidade Federal da Paraíba - C C T com endereço na Rua Aprígio Veloso, s/nº C. Grande - Paraíba, o presente TERMO DE COMPROMISSO, mediante as cláusulas e condições seguintes:

1ª A CHESF proporcionará ao ESTAGIÁRIO um treinamento prático, na área de GOP, que será desenvolvido sob a coordenação da Divisão de Desenvolvimento de Pessoal com endereço na Rua Paissandú, 58 - bloco C - Boa Vista.

2ª O ESTÁGIO terá a duração de 30(trinta)dias., em regime de 02(dois) expediente (s), no horário de 7:00 às 17:00*, sendo de tempo integral no período de férias escolares.

3ª Qualquer mudança em relação ao horário de estágio estabelecido na cláusula 2ª. deverá ser resultado de prévio entendimento entre a CHESF e o ESTAGIÁRIO, ficando ressalvada a possibilidade de o estágio compreender tanto atividades internas como externas.

4ª Quando, em razão de atividades decorrentes do estágio, ficar o ESTAGIÁRIO sujeito a despesas que normalmente não teria, a CHESF providenciará o seu reembolso, observadas as normas internas existentes a respeito.

*Com intervalo de duas horas para o almoço:

5ª. A CHESF concederá ao ESTAGIÁRIO uma bolsa de auxílio educacional, paga mensalmente, cujo valor será de Cr\$ 2.172,00 (Dois mil cento e setenta e dois cruzeiros...:).

6ª Durante o período efetivo do estágio, estará o ESTAGIÁRIO, protegido contra acidentes pessoais, que serão cobertos por apólice de responsabilidade da CHESF.

7ª O ESTAGIÁRIO declara conhecer as normas relativas ao estágio, obrigando-se a cumprí-las e a obedecer fielmente a sua programação, concordando com as diretrizes referentes ao acompanhamento, avaliação e aproveitamento, inclusive elaborando e apresentando relatório das atividades, sempre que solicitado.

8ª. O ESTAGIÁRIO reconhece não ter vínculo empregatício com a CHESF, dispondo-se, no entanto, a respeitar as normas internas e a responder por perdas e danos, no caso de inobservância das normas internas ou das constantes do presente termo.

9ª. O ESTAGIÁRIO reconhece não haver compromisso da CHESF em admiti-lo no seu quadro de empregados, quando do término do estágio.

10ª. A INTEVENIENTE se compromete a colaborar com a CHESF na elaboração do programa de estágio, assim como no acompanhamento e avaliação do aproveitamento do ESTAGIÁRIO.

11ª. O estágio poderá ser prorrogado, a critério exclusivo da CHESF, dentro dos limites legalmente estabelecidos.

12ª. O presente TERMO DE COMPROMISSO poderá ser rescindido por qualquer das partes, mediante comunicação expressa.

E, por estarem assim firmes e acordes, assinam o presente TERMO DE COMPROMISSO, em 3 (três) vias, de igual teor, na presença de duas testemunhas, que também o subscrevem.

Paulo Afonso, 02 de 01 de 1980

Hilton Alves de Sá
ESTAGIÁRIO

TESTEMUNHAS:

Paulo Fernando Bezerra de Lima

Serlemir de Oliveira Barbosa

[Assinatura]
PELA CHESF

ESCOLA

retirar da primeira parte visita aos serviços por onde passará posteriormente e aumentar o período de permanência em um dos serviços de manutenção como SOMM ou SOMA ou mesmo acrescentar no plano de estágio o Centro de Formação Profissional de Paulo Afonso - CFPA.