



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

# **Relatório de Estágio Integrado**

**Aluno: Eglardo Fabricio Alves dos Santos**

**Prof. Orientador: Edson Guedes da Costa, Dr.**

Campina Grande, PB,

Junho de 2011

Eglardo Fabricio Alves dos Santos

## Relatório de Estágio Integrado

Relatório de Estágio Integrado submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em        /        /

**Edson Guedes da Costa, Dr, UFCG**

Orientador

**Professor Avaliador**

Componente da Banca

Campina Grande – Paraíba  
Junho de 2011



## **Dedicatória**

**Ao meu pai, *Ednaldo Alves da Silva***

**À minha mãe, *Vera Lúcia Xavier dos Santos***

**Ao meu filho, *Vínicus Alves***

**À minha Esposa, *Maria do Carmo.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, e aos meus pais Ednaldo Alves da Silva e Vera Lúcia Xavier dos Santos que me deram as oportunidades necessárias para concluir o curso de graduação . A minha esposa Maria do Carmo Alves da Silva, que sempre esteve ao meu lado e me apoiando, ao meu querido e maravilhoso filho Vinicius Alves que tem me dado muita alegria, ao meu orientador e Prof. Edson Guedes por me apoiar e orientar no meu relatório de estágio para finalização da minha graduação, aos meus fiéis amigos, Alberto Henrique, Edér Alelaf, Joale de Carvalho, Victor de Paiva, entre tantos outros não mencionados que durante a graduação me ajudaram com palavras de persistência e bem vindas em momentos oportunos de felicidade e dificuldade para que eu pudesse sempre mostrar o meu melhor e vencer no final junto com todos, a grande amiga Adail por sua grandeza como pessoa humana e por sempre esta disponível para ajudar aos alunos de Engenharia Elétrica, aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, aos engenheiros José Muniz e Ivson Moraes, por terem confiado em min e delegado as responsabilidades de estagiário na empresa e fazendo com que eu conseguisse tirar o melhor do estágio para meu futuro profissional.

# SUMÁRIO

<b>1. As Empresas</b> .....	<b>9</b>
1.1. BM engenharia.....	9
1.2 Areva Koblitz .....	10
1.3 ERSA .....	10
1.4 Alusa Engenharia .....	10
1.5 IJUÍ Energia .....	11
<b>2. Introdução</b> .....	<b>12</b>
2.1 Matriz Energética Brasileira .....	12
2.2 Pequenas Centrais HidroElétricas e Hidroelétricas .....	13
<b>3. Turbinas Hidráulicas da PCH Barra da Paciência e UHE São José</b> .....	<b>17</b>
4. HidroGeradores da PCH Barra da Paciência e UHE São José .....	20
<b>5. Transformadores Auxiliares</b> .....	<b>24</b>
<b>6. Painéis Elétricos</b> .....	<b>26</b>
6.1 Painéis Elétricos da PCH Barra da Paciência .....	26
6.2 Painéis Elétricos da UHE São José .....	29
<b>7. Subestação</b> .....	<b>31</b>
7.1 Para Ráios .....	33
7.2 Transformador de Potencial (TP).....	<b>34</b>
7.3 Transformador de Corrente(TC) .....	34
7.4 Disjuntor .....	35
7.5 Chave Seccionadora .....	36
7.6 Transformador Trifásico .....	37
<b>8. Atividades Desenvolvidas</b> .....	<b>38</b>
8.1 Encaminhamentos .....	39
8.2 Fixação de Painéis .....	40

8.3	Aterramento .....	41
8.4	Lançamento de Cabos .....	42
8.5	Interligação de Painéis .....	44
8.6	Muflas .....	47
8.7	Sistemas de Proteção contra descargas Atmosféricas (SPDA).....	49
8.8	Iluminação .....	49
8.9	Relatório de Planilhas Administrativas .....	52
<b>9.</b>	<b>Conclusão</b> .....	<b>54</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografia</b> .....	<b>55</b>

## APRESENTAÇÃO

O estágio foi realizado na empresa BM Engenharia, prestadora de serviço da AREVAKOBBLITZ, no período de 21/01/2010 a 30/05/2011. Foram realizadas atividades relacionadas com a montagem da Pequena Central Elétrica (PCH) Barra da Paciência, localizada na cidade de Açucena, aproximadamente 280 km de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais pelo período de 21/01/2011 a 20/04/2011, e na montagem da Usina Hidrelétrica (UHE) São José, localizada na cidade de Cerro Largo localizada no estado do Rio Grande do Sul, Os empreendimentos são de capital privado, sendo a gestão do reservatório da PCH de responsabilidade da ERSA S/A, durante um período de 15 anos. A ERSA S/A se comprometeu a gerar energia atendendo aos requisitos de preservação e impactos ambientais, bem como sua manutenção, A gestão da UHE São José é da empresa Ijuí Energia S/A do grupo ALUPA S/A, que também se comprometeu na responsabilidade de geração de energia sem prejuízos maiores para o meio ambiente circunvizinho da UHE.

A capacidade de geração da PCH Barra da Paciência é de 23 MW. A execução da construção civil esteve sob a responsabilidade da ENGEPOL Engenharia Ltda., a montagem das turbinas sob a responsabilidade da HydroANDRITZ, as comportas da tomada d'água e vertedouro sob a responsabilidade da DENGE, a montagem do gerador sob responsabilidade da WEG, e a montagem dos equipamentos da subestação, painéis da casa de força, auxiliares mecânicos, iluminação, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e interligação de painéis sob a responsabilidade da AREVAKOBBLITZ.

A UHE São José trata-se de uma usina de estrutura de tomada d'água solidária à casa de força, uma barragem incorporada de concreto compactado a rolo (conhecida como CCR) e vertedouro de concreto controlado por comportas, fazendo o represamento da água para aproveitamento da queda natural do rio. Possui uma potência instalada de 51 MW, onde as comportas da tomada d'água quando abertas,



levam até as unidades geradoras as águas necessárias para o funcionamento dos hidrogeradores.

A UHE São José é considerada uma usina de médio porte, pois apresenta uma potência instalada de 58 MW. A área destinada ao seu canteiro de obras está em torno de 160 hectares. Já a área total destinada a UHE São José é de aproximadamente 2.346 hectares.

Neste relatório é descrito um resumo das atividades desenvolvidas durante o período de estágio, dando enfoque às atividades relacionadas ao monitoramento das montagens elétricas, acompanhamento de testes nos equipamentos em conjunto com a equipe de comissionamento, elaboração de relatórios diários de frentes de montagens, análise dos projetos e acompanhamento administrativo da obra.

## **1. AS EMPRESAS**

### **1.1 BM ENGENHARIA**

A BM Engenharia foi instituída pelos engenheiros Ivson Bandeira e José Muniz de Moraes. Criada em 2007, é uma empresa que presta serviços na área, atuando nos serviços de montagens industrial de PCH, termoeletricas, montagens elétricas de usinas de cana de açúcar e subestações.

A BM Engenharia é reconhecida no mercado como sendo uma empresa de montagem industrial elétrica e representação comercial em Pernambuco, tendo já prestado serviço as empresas: AREVAKOBLOITZ, ERSA, CHESF, ALUSA Engenharia, Usina JB-PE, Estaleiro Atlântico do Sul, dentre outras.

A empresa atuou na montagem da casa de força e subestação das PCH de São Gonçalo-MG, Paiol - MG, São José do Mantimento - MG, Açucena-MG e Santa Fé - MG, além das Usinas Hidrelétricas de Barra de Braúna - MG e São José-RS e da Termoeletrica de Laranjeiras - SE.

Na PCH Barra da Paciência, a BM Engenharia atuou como contratada da AREVAKOBLOITZ, ficando responsável pela montagem dos encaminhamentos (leitões, eletrocalhas, eletrodutos e perfilados), colocação de painéis elétricos e equipamentos eletromecânicos, aterramentos dos painéis, eletrocalhas e equipamentos, lançamentos e

interligação dos cabos de força e de comando da casa de força (CF) e subestação (SE), além de toda a iluminação da PCH.

## **1.2 AREVAKOBBLITZ**

A AREVAKOBBLITZ surgiu através da compra da KOBBLITZ pela multinacional francesa AREVA. A KOBBLITZ teve como fundador o engenheiro Luiz Otávio Kobblitz em 1975. Atualmente o grupo possui fábricas em mais de 40 países e uma rede comercial em mais de cem países, oferecendo soluções tecnológicas confiáveis para a geração e distribuição de energia. No Brasil, a AREVAKOBBLITZ possui quase 700 funcionários .

A empresa é líder em integração de sistemas para geração e cogeração de energia a partir de fontes renováveis, sendo seu principal negócio o fornecimento de serviços para a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas até 30 MW. As principais fontes dos pequenos grupos independentes que investem em geração de energias são as pequenas centrais hidrelétricas, usinas de energia térmica abastecidas por biomassa e cogeração com gás natural.

## **1.3 ERSA**

A ERSA é uma empresa que atua na área de geração de energias renováveis, atua principalmente com Pequenas Centrais elétricas e geração eólica, atuando nos estados de Minas Gerais e São Paulo com PCH e no estado do Rio Grande do Norte , construindo geradores eólicos.

## **1.4 ALUSA ENGENHARIA**

Criada em 1960 a Alusa Engenharia atua na área de construção, manutenção de redes de distribuição elétrica, subestações, linhas de transmissão e instalações elétricas. Nas décadas de 60 e 70 desempenhou importante papel no processo de eletrificação rural no Brasil, com mais de 50 mil linhas de transmissão construídas e mais de 200 mil ligações rurais. Gradativamente a empresa estendeu suas atividades nos segmentos de construção civil, geração de energia, óleo e gás. Em 2005, a Alusa Engenharia entrou no segmento de geração de energia elétrica colocando em destaque as usinas hidrelétricas de São José-RS e outra em Rio Claro-GO e pequenas centrais hidrelétricas em Queluz e Lavrinhas, ambas localizadas no Rio Paraíba do Sul-SP. Com o objetivo de otimizar o

foco das atividades de transmissão e geração foi criada, em 2007, a Alupar Investimento, passando a gerenciar as concessões outorgadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), nos segmentos de Transmissão e Geração de Energia. Toda parte de construção civil da UHE São José-RS ficou sobre a responsabilidade da Alusa Engenharia, além das montagens da subestação da usina hidrelétrica e interligação das subestações por meio de construção de linhas de transmissão 69 kV.

## **1.5 IJUÍ ENERGIA S/A**

A Ijuí Energia S/A tem sua sede em São Paulo, com filial no Rio de Janeiro e escritório em Cerro Largo-RS. É uma empresa do grupo Alupar Investimentos, responsável pela implantação da Usina Hidrelétrica São José, no rio Ijuí, abrangendo os municípios de Salvador das Missões, Cerro Largo, Mato Queimado e Rolador, na região noroeste do Rio Grande do Sul. Esta empresa adquiriu a concessão do aproveitamento da UHE São José no Leilão nº. 002/2005 de energia de novos empreendimentos, promovido em 17 de dezembro de 2005 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), conforme aviso de adjudicação de 22 de dezembro de 2005. Em 04 de setembro de 2007 foi emitida pelo órgão ambiental responsável a Licença de Instalação (LI) nº 662/2007-DL com validade de dois anos. A partir de então a empresa deu início à obra e aos programas ambientais associados. Com potência instalada de 51 MW e garantia física de 30,40 MW médio com operação em uso comercial da primeira máquina prevista para o mês de abril de 2011, estendendo o prazo de dois meses para a operação da segunda máquina. A empresa é responsável pela gestão do reservatório, priorizando de forma eficiente o uso do mesmo, atendendo aos requisitos de preservação ambiental e seu impacto sobre o ambiente original. Além de assegurar a função de geração de energia, busca soluções que melhor compatibilizem com a multiplicidade do uso do reservatório, levando de forma harmoniosa benefícios palpáveis as comunidades do entorno do empreendimento e não somente a visibilidade dos ganhos financeiros.

## **2. Introdução**

### **2.1 Matriz Energética Brasileira**

As usinas hidrelétricas representam uma fatia considerável na produção de energia elétrica em todo o mundo, sendo classificada como a maior fonte de energia renovável existente. O Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) sugere como classificação das hidrelétricas, a partir da potência de geração. Além disso, tem um dos menores custos operacionais e ambientais do planeta. Essas particularidades foram herdadas do modelo criado pela Eletrobrás, a partir da década de 1960, tornando-o, ao longo das décadas, o sistema elétrico interligado mais confiável. Sabe-se que o maior mercado consumidor está situado nas regiões Sudeste e Sul, que impulsiona a instalação de novas unidades geradoras predominantemente hidráulicas, graças a grande capacidade de aproveitamento e otimização dos rios desta região. Pode-se ter um escoamento da geração de energia elétrica para as demais regiões de grandes parques industriais, através do SIN com mais de 95 mil km de linhas de transmissão operados por 64 concessionárias, Já na região Norte, pequenas centrais elétricas e termelétricas a óleo diesel faz o suprimento de grande parte do mercado consumidor desta região. Os dados apresentados pelo Banco de Informações da Geração (BIG) mostram que, em novembro de 2008, existiam em operação 227 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), com potência total de 120 megawatt (MW), 320 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) com capacidade total de 2,4 GW e 159 Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE) com potência total de 74,632 mil GW.

## 2.2. Pequenas Centrais Hidroelétricas e Usinas Hidroelétricas

Uma central hidrelétrica, independentemente de seu porte, é constituída por diversos componentes cuja função principal é captar e aduzir a água para o conjunto: turbina e gerador. A potência instalada pode definir a classificação das usinas hidrelétricas em pequenas, médias e grandes. Pequenas Centrais hidrelétricas (PCH), através da resolução da Aneel, são empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km<sup>2</sup>. Porém, não existe limite claro entre os aproveitamentos médios e grandes no que se refere a potência total instalada. O Centro Nacional de Referência em PCH (CERPCH) tem como indicação sobre a classificação das hidrelétricas pela potência gerada, onde as Grandes Centrais Hidroelétricas (GCH) geram acima de 50 MW, sendo as Médias Centrais Hidroelétricas (UHE) de 30 MW até 50 MW, as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH) de 1 até 30 MW, as Mini Centrais Hidroelétricas (mCH) de 100 até 1.000 kW, as Micro Centrais Hidroelétricas (uCH) de 20 até 100 kW e as Pico Centrais (pCH) até 20 kW.

A classificação quanto à altura da queda:

- Baixíssima queda (menores que 10 m);
- Baixa quedas ( de 10 m a 25 m);
- Média queda (de 25 m a 50 m),
- Alta queda (acima de 250 m).

Os aspectos construtivos mostram as partes integrantes na construção de uma usina hidrelétrica, assim como, a importância e as características inerentes a cada uma delas. As partes que envolvem a construção da UHE de São José são: reservatório, barragem, ensecadeira, vertedouro, tomada d'água e condução da água. O vertedouro funciona quase todo o tempo retirando o excesso de água para a jusante como ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Foto da Jusante da barragem da UHE São José.

A barragem da UHE São José é do tipo barragem de concreto compactado a rolo é conhecida como CCR como ilustrado na Figura 2.



Figura 2 Fotografia da UHE São José em 2009.

Para a construção da barragem definitiva foi necessário o uso de uma ensecadeira para fazer o desvio do curso natural do rio Ijuí, permitindo a construção da barragem permanente da UHE . Na Figura 3 tem-se a ilustração da ensecadeira da UHE São Jose - RS.



Figura 3 .Foto da Ensecadeira da UHE São Jose em 2010.

O vertedouro da UHE São José serve para escoar o excesso d'água como mostrado como ilustrado na Figura 4.



Figura 4. Fotografia do vertedouro da UHE São José em 2010

O reservatório da PCH Barra da Paciência possui forma alongada de alagamento com extensão longitudinal de 51,2 hectares, entre os municípios de Açucena e Gonzaga. A PCH Barra da Paciência possui potência instalada de 23 MW, sendo composta por tomada d'água com um conduto forçado à casa de força, uma barragem e vertedouro de concreto controlado por comportas fazendo o represamento da água. Na PCH, as comportas da tomada d'água quando abertas, permitirão a passagem de água necessária para o funcionamento dos hidrogeradores pelo conduto forçado. Para interligar o conduto forçado à tomada d'água foi necessário perfurar a montanha como ilustrado nas Figuras 5 e 6.



Figura 5 Foto da casa de força e



Figura 6: Foto do conduto forçado.

### **3. Turbinas Hidráulicas da PCH Barra da Paciência e UHE São José**

As turbinas hidráulicas são máquinas motrizes que transformam a energia hidráulica em energia mecânica, a qual gera um torque no eixo da máquina, a potência é proporcional ao produto da altura de queda da água (H) e da vazão volumétrica (Q),



podendo ser montadas com o eixo no sentido vertical ou horizontal. A potência em (W) de uma turbina é dada pela equação 1:

$$P = \rho \times Q \times H \times g \times \eta \quad (1)$$

Em que:

$\rho$  – densidade da água em (kg/m<sup>3</sup>);

$Q$  – vazão extravasada pela turbina em (m<sup>3</sup>/s);

$H$  – queda d'água em (m);

$\eta$  – eficiência total da turbina em (p.u.).

A eficiência é a fração da energia total da fonte de energia primária (no caso a água) que é convertida em energia útil (no caso potência de eixo).

Na PCH de Barra da Paciência a turbina utilizada foi a turbina tipo Francis, pois se encontrava no intervalo de altura indicada para quedas de 40 a 400 m, seu modelo é representada pela Figura 7a, e ilustrado as turbinas da PCH Barra da Paciência sendo montadas na casa de força na Figura 7b. Possui a capacidade de variar a potência da turbina pela variação da abertura ou fechamento das palhetas diretrizes situadas na periferia interna do pré-distribuidor em um conjunto chamado distribuidor.

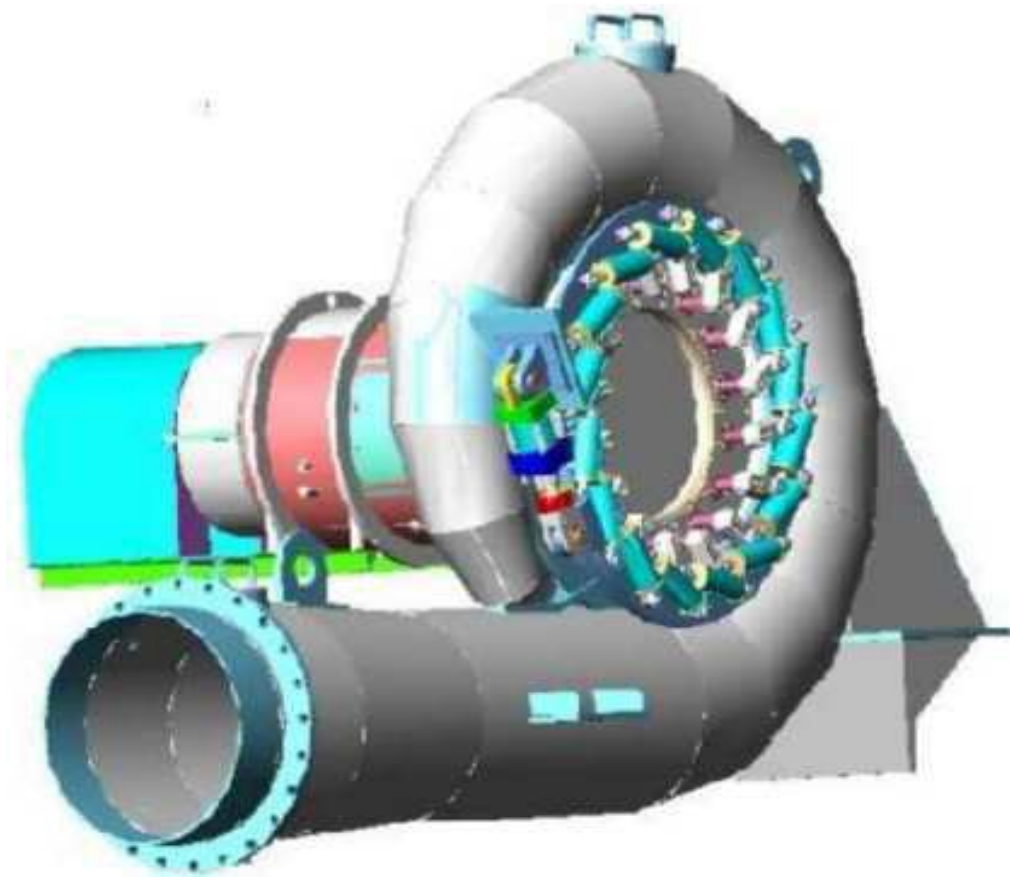


Figura 7(a): Esboço tridimensional de uma turbina Francis.

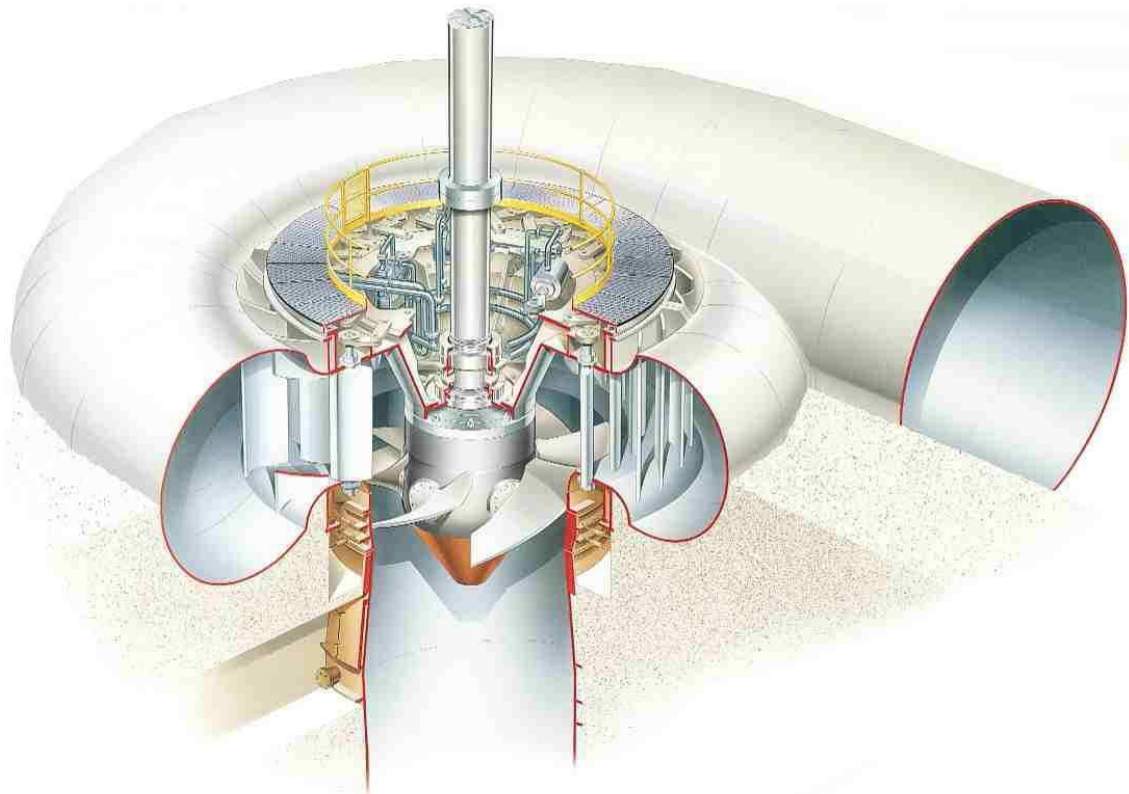


Figura 7(b): Fotografia da casa de força de Barra da Paciência.

As turbinas utilizadas na UHE São José são do tipo Kaplan. São turbinas que possuem pás flexíveis conjuntas a um sistema de controle, por causa da abertura ou fechamento das palhetas do distribuidor, ocorre a variação da inclinação das pás do rotor, capaz de aproveitar a energia cinética da pressão d'água incidido sobre suas pás.

A transformação das energias potencial e mecânica se dá a pressão mecânica constante, que é o torque com o qual o eixo da maquina gira. Essas turbinas são indicadas para operar entre quedas até 60 m. A Figura 8(a) ilustra a turbina da UHE São José e a Figura 8(b) ilustra um modelo do distribuidor.





8. (a) Foto da Turbina tipo Kaplan, UHE São Jose em 2010 e (b) esboço em 3D de um distribuidor da turbina Kaplan.  
Fonte: GE imagination at work.

#### **4. Hidrogerador da PCH barra da Paciência e UHE São José**

O Hidrogerador da UHE São José é ilustrado na Figura 9, a máquina é síncrona, pois possui velocidade constante e frequência sincronizada com a tensão de seus terminais.

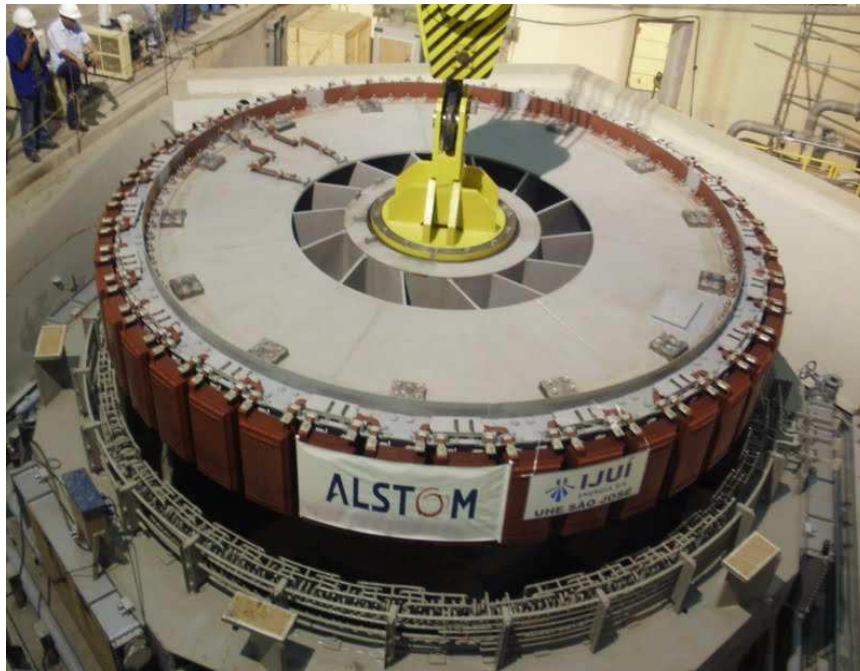


Figura 9. Fotografia do rotor da UHE São José.

A função do sistema de excitação é estabelecer a tensão interna do gerador síncrono. Em consequência, o sistema de excitação é responsável não somente pela tensão de saída da máquina, mas também pelo fator de potência e pela magnitude da corrente gerada. Os sistemas de excitação mais comuns atualmente são: o de excitação rotativa, sem escovas e o de excitação estática. Existe também a excitação sem escovas, “brushless”, onde a corrente contínua para alimentação do campo é obtida sem a utilização de escovas e anéis coletores, utilizando somente indução magnética. Para isso o gerador possui um componente chamado excitatriz principal, com armadura girante e campo fixo. A armadura desta excitatriz é montada no próprio eixo do gerador. Possui também um conjunto de diodos girantes (circuito retificador), também montado no eixo do gerador, para alimentação do campo principal em corrente contínua. Este conjunto de diodos recebe tensão alternada do rotor da excitatriz principal (armadura da excitatriz), a tensão esta induzida pelo estator da excitatriz principal (campo da excitatriz), o qual é alimentado em corrente contínua proveniente do regulador de tensão. O regulador de tensão monitora constantemente a tensão de saída do gerador e atua no estator da excitatriz, mantendo a tensão de saída do gerador constante.

O Hidrogerador da UHE São José apresenta as seguintes características técnicas :

- N° de unidades geradoras: 2.

- Potência instalada bruta (kW): 51.000 kW;
- Consumo interno (kW ): 1100 kW;
- Potência aparente nominal (kVA) de cada um: 28.330 kVA;
- Tensão nominal (kVA) de cada um: 13.8 kV;
- Fator de potência: 0.9;
- Frequência (Hz) de cada um: 60 Hz;
- Rotação (rpm) de cada um : 171,43;
- Reatância síncrona de eixo direto ( $X_d$ ) de cada um (%): 1.07 pu;
- Reatância síncrona de eixo de quadratura ( $X_q$ ) de cada um (%): 0.66;
- Reatância de sequência negativa de cada um (%): 0.23 %;
- Reatância de sequência zero de cada um (%): 0.12;
- Resistência de enrolamento de enrolamento ( $R_a$ ) de cada um: 0.1981;
- Constante de inércia: 2.17 kW/kVA;
- Aterramento por resistor fixo de cada um ( $\Omega$ ), corrente suportável e tempo de duração suportável:  
 $R = 0.2 \Omega$ ;  
 $I = 635.1 \text{ A}$ ;  
 $T = 10 \text{ s}$ .
- Fabricante: Alstom;

A PCH Barra da Paciência possui dois geradores também síncronos, de velocidade constante e frequência também sincronizada com a tensão dos terminais, os quais são responsáveis pela conversão de energia mecânica em elétrica ilustrado na Figura 10.



(a)

(b)

Figura 10. (a) Vista superior do gerador (b) Vista do Gerador acoplado a turbina.

Os geradores são da fabricante WEG e possuem as seguintes características técnicas.

- Potência instalada bruta (kW): 11.500 kW;
- Tipo de ligação do estator: Y;
- Tipo de excitação: *brushless*;
- Número de fases: 3;
- Número de pólos: 12;
- Rendimento: 97%;
- Sentido da rotação: horário;
- Potência aparente nominal: 12.800 kVA;
- Tensão nominal: 13.8 kV;
- Corrente nominal: 535,5 A;
- Fator de potência: 0.9;
- Frequência: 60 Hz;
- Rotação: 600 rpm;

A PCH Barra da Paciência possui ainda, um transformador de serviços auxiliares, o qual é utilizado para alimentar as cargas do processo da central hidrelétrica, tais como: alimentação de painéis, motores, iluminação, etc.

## 5. TRANSFORMADORES AUXILIARES

A PCH Barra da Paciência possui dois transformadores auxiliares, os quais se localizam na parte interna da casa de força e são supridos pelos geradores da central hidroelétrica, através de derivações dos cabos das fases isoladas que interligam os geradores aos transformadores auxiliares (Figura 11).

Esta derivação é para dois transformadores a seco de serviços auxiliares, que transformam a tensão de geração de 13,8 kV para a tensão de 380 V, com potência nominal de 150 kVA, suprimindo toda a carga dos serviços auxiliares da central hidrelétrica.



(a) (b)

Figura 11. (a) e (b) Vista do Transformador Auxiliar.

Os transformadores auxiliares apresentam as seguintes características técnicas.

- Norma ABNT: NBR 10295/88;
- Transformador tipo a seco;
- Tipo de ligação:  $\Delta$ -Y;
- Potência nominal: 150 kVA;
- Número de fases: 3;
- Impedância a 115°C: 6%;
- Classe de materiais: F;
- Frequência: 60 Hz;



- Classe de isolamento: AT 15 kV;BT 1 kV;
- Tensão aplicada: AT 34 kV;BT 4 kV;
- Impulso atmosférico: AT 95 kV;
- Tensão: AT 13,8 kV;BT 380/220 V;
- Corrente: AT 6,3 A;BT 228 A.

Os transformadores da UHE São José estão localizados na parte interna e são supridos pelos geradores da usina por meio de derivações dos cabos de fases isoladas que interligam os geradores aos transformadores elevadores, havendo derivação para dois transformadores de serviços auxiliares que transformam a tensão de geração de 13,8 kV para a tensão de 380 V, sendo tipo a seco e de potência nominal de 500 kVA, suprimindo toda a carga dos serviços auxiliares da usina.

## **6. PAINÉIS ELÉTRICOS**

Os painéis elétricos possuem os dispositivos de proteção e controle dos equipamentos da PCH. Os transformadores auxiliares alimentam os quadros de distribuição CCM-GA e CCM-GB com tensão de 380 V, que passa a distribuir alimentação para os principais painéis e equipamentos de corrente alternada, tais como: compressores, bombas de drenagem e esvaziamento, unidades hidráulicas de lubrificação e regulação, motores de abertura e fechamento das comportas da tomada d'água e vertedouro, válvula borboleta, bombas de óleo e resfriamento das unidades geradoras, e os quadros de iluminação.

### **6.1 Painéis da PCH Barra da Paciência**

Na PCH Barra da Paciência, existem dois quadros de distribuição de corrente, o QDCA (corrente alternada) e o QDCC (corrente contínua), sendo este último fornecendo 125 Vcc aos equipamentos da casa de força. Existe ainda, o painel retificador/carregador de baterias na sala de bancos de baterias, conectado a 10 baterias, as quais possuem autonomia de 12 horas de fornecimento de corrente contínua, em caso de falha da alimentação normal.

Apresenta-se a seguir, os painéis da casa de força.

- QPC-U1: Quadro de proteção da unidade 1;
- QPC-U2: Quadro de proteção da unidade 2;
- QPC-L1: Quadro de proteção da linha 1;
- QPC-L2: Quadro de proteção da linha 2;
- QPC-G: Quadro de proteção geral;
- PNMED-1: Painel de medição 1;
- PNMED-2: Painel de medição 2;
- Painel da Rede Lógica;
- PNSEC-TR1: Painel de seccionamento do trafo1;
- PNSEC-TR2: Painel de seccionamento do trafo2;
- PNGMT-G1: painel de disjunção de força do gerador 1;
- PNGMT-G2: painel de disjunção de força do gerador 2;
- PNDMT: painel de distribuição de média tensão, cubículos para os TP e TC;
- PNAT-U1: Painel de aterramento da unidade 1;
- PNAT-U2: Painel de aterramento da unidade 2;
- PNSFT-U1: Painel de surto e fechamento do neutro da unidade 1;
- PNSFT-U2: Painel de surto e fechamento do neutro da unidade 2;
- PNDBT-TA: Painel de distribuição de baixa tensão da tomada d'água;
- QDL-SE: Quadro de iluminação da subestação;
- QDL-CF: Quadro de iluminação da casa de força;
- RT-U1: Regulador de tensão da unidade 1;
- RT-U2: Regulador de tensão da unidade 2;
- RV-U1: Regulador de velocidade da unidade 1;
- RV-U2: Regulador de velocidade da unidade 2;

Alguns painéis elétricos são ilustrados nas Figuras 12(a) e 12(b).



(a)

(b)

Figura 12(a). Fotografia do Painel elétrico Regulador de Tensão da PCH Barra da Paciência (b) Fotografia do Painel elétrico Regulador de velocidade da PCH Barra da Paciência.

## 6.2 Painéis da UHE São José

Os painéis garantem toda parte de proteção e controle dos equipamentos da usina, onde os transformadores auxiliares (TSA) alimentam o painel principal de serviços auxiliares (QPSA) com tensão de 380 V, que passa a distribuir alimentação para os principais painéis e equipamentos de corrente alternada, como compressores e bombas de drenagem e esgotamento, unidades hidráulicas de abertura e fechamento das comportas da tomada d'água e vertedouro, bombas de vedação da tampa da turbina, bombas de óleo e resfriamento das unidades geradoras, assim como suprimento dos quadros de iluminação da mesma. Quadros de distribuição de corrente contínua (QDCC1G, QDCC2G, QDCC1U, QDCC2U, QDCC1 e QDCC2) fornecem 125 Vcc aos

equipamentos da casa de força. O carregamento das baterias, presente na sala de bancos de baterias, é feito através de retificadores de tensão, chamados de carregadores de baterias (CB1 e CB2), onde essas baterias possuem autonomia de 12 horas de fornecimento de corrente contínua em caso de falha da alimentação normal.

A disposição de alguns painéis é mostrado na figura 13.

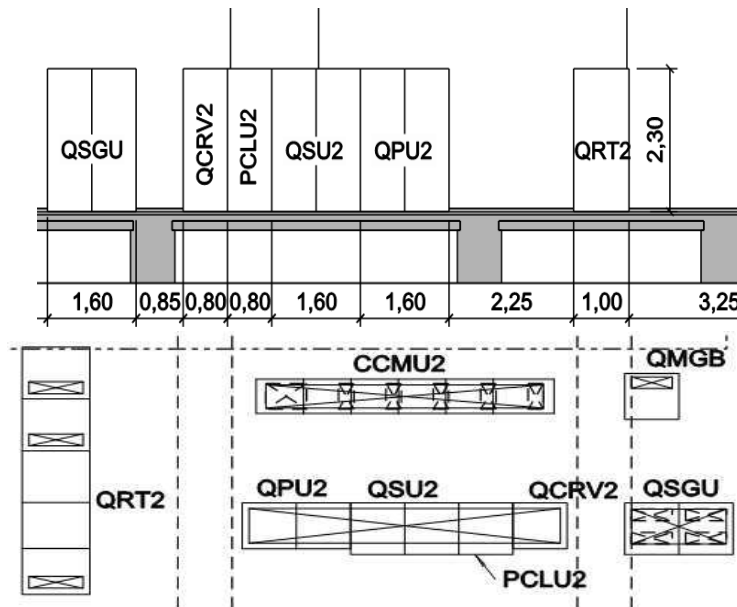


Figura 13. (a) (b)

Fonte Engevix (2007). Arranjo geral dos painéis da cota 131.90

- QSGU: Quadro de serviço geral das unidades;
- QCRV2: Quadro de regulação da velocidade da unidade 2;
- PCLU2: Quadro do controlador lógico programável da unidade 2;
- QSU2: Quadro dos serviços da unidade 2;
- QPU2: Quadro principal da unidade 2;
- QRT2: Quadro de regulação da tensão da unidade 2;
- CCMU2: Centro de controle dos motores da unidade 2,
- QMGB: Quadro geral de medição bruta.

Abaixo segue as especificações para os painéis fornecidos pela AREVAKOBLITZ na casa de força, vertedouro e barragem:

### **Painéis de Corrente Alternada**

- **QLN's:** Quadros de iluminação normal 380/220V-60Hz, casa de força, tomada d'água e vertedouro;
- **QLE's:** Quadros de iluminação essencial do vertedouro, tomada d'água e casa de força, barragem,;
- **CAF's:** Caixa de alimentação de força da casa de força, vertedouro e barragem;
- **QAEM:** Quadro auxiliar da oficina elétrica e mecânica da casa de força;
- **QPCS:** Painel de comando dos compressores de serviço da casa de força;
- **QCB's:** Quadros de controle de bombas, bombas de drenagem;
- **QDBE's :** Bombas de esgotamento da casa de força;
- **QCBDV:** Bombas de drenagem do vertedouro;
- **QCBDB:** Bombas de drenagem da barragem;
- **QOL:** Quadro do sistema de óleo lubrificante;
- **QOLT:** Quadro dos tanques do sistema de óleo lubrificante;
- **QBOAI:** Quadro de bombas booster anti-incêndio;
- **QMHM:** Quadro de medições hidráulicas montante;
- **QMHJ:** Quadro de medições hidráulica jusante;
- **QDVT, QDCF e QPSA:** Painéis de distribuição de CA em baixa tensão 380V, 60 Hz ,
- **CCM's:** Centro de controle de motores, casa de força.

## **Painéis de Corrente Contínua**

- **QDCC 1 e 2:** Quadro de distribuição principal normal 1 (2) serviços auxiliares de 125Vcc;
- **QDCC-1U e 2U:** Quadro de distribuição das unidades de serviços auxiliares 125Vcc,
- **QDCC-1G e 2G:** Quadro de distribuição de serviços gerais auxiliares 125Vcc.

## **7. SUBESTAÇÃO**

Durante o estágio houve trabalho apenas na subestação elevadora 13,8 kV para 69 kV da PCH Barra da Paciência que é do tipo convencional com um barramento de entrada, proveniente da PCH Corrente Grande. Possui um barramento de transferência aéreo, interligando as linhas de transmissão da Subestação de Corrente Grande ao transformador elevador e um barramento de saída para a subestação Engenheiro Caldas (Figura 14).

O arranjo físico da subestação ocupa uma área de aproximadamente 2000 m<sup>2</sup>, sendo composta por: para-raios, transformador de potência, transformador de corrente, chave seccionadora, disjuntor e transformador de força trifásico, como ilustrado nas Figuras 15 e 16 .

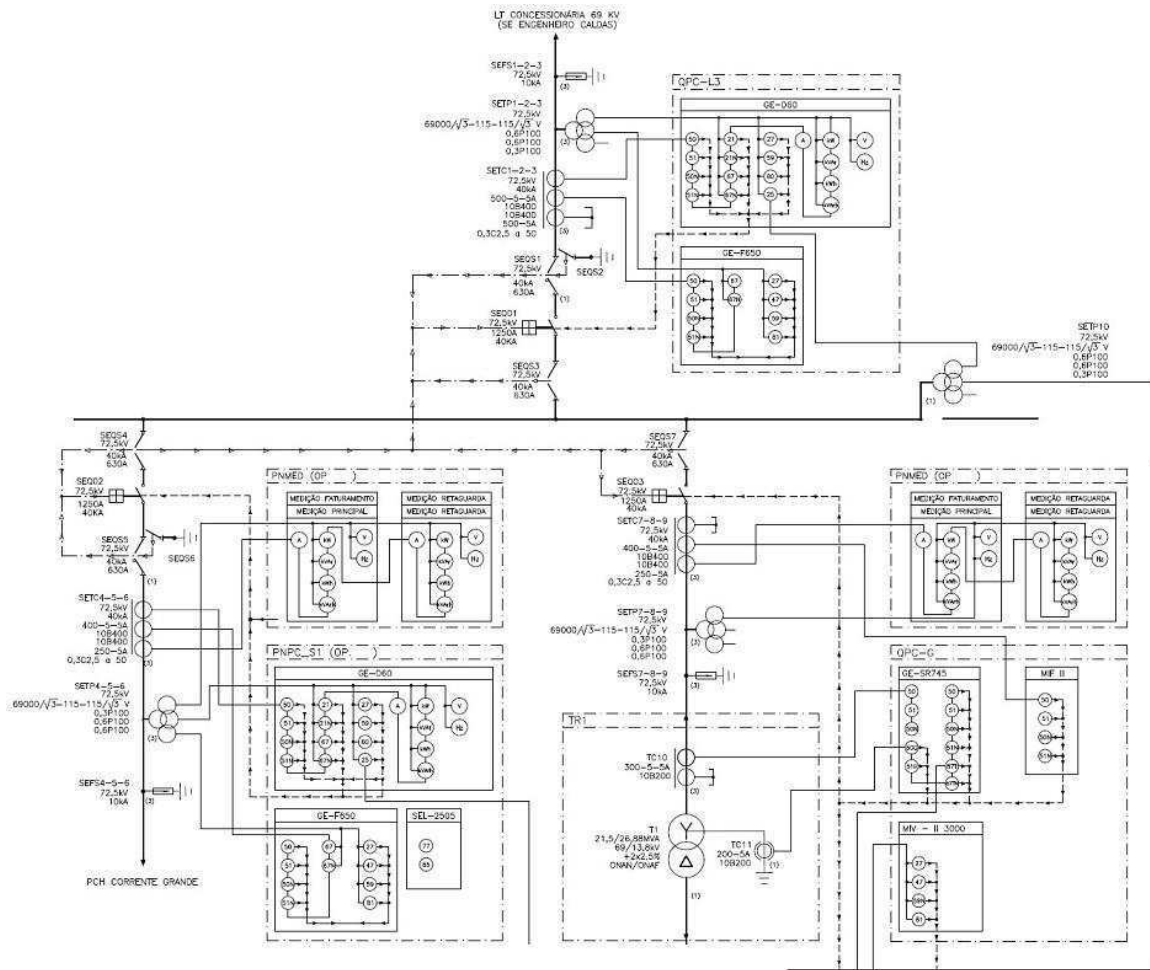


Figura 14. Diagrama unifilar da Subestação.



Figura 15 . Foto da Subestação da PCH Barra da Paciência



Figura 16. Vista da Subestação da PCH Barra da Paciência.

## 7.1 PARA-RAIOS

O para-raios é um dispositivo protetor que têm a função de limitar os valores dos surtos de tensão em trânsito, que podem causar danos severos aos equipamentos elétricos. A PCH Barra da Paciência possui seis pára-raios de óxido de zinco (ZnO), com tensão nominal de 72,5 kV, localizados na entrada das linhas de transmissão (Figura 17). Os pára-raios são acompanhados de contadores de descargas (instrumento utilizado para registrar a ocorrência e a intensidade das descargas que o atravessam).





Figura 17. Foto do para-raios da SE Barra da Paciência.

## 7.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

Transformador de potencial (TP) é um transformador para instrumento, cujo enrolamento primário é ligado em derivação com o circuito e cujo enrolamento secundário se destina a alimentar instrumentos elétricos de medição, proteção ou controle. A PCH Barra da Paciência possui nove TPs do tipo indutivo, com tensão máxima de 72,5 kV, sendo dois usados para medição (Figura 18).



Figura 18. Foto de um TP da SE Barra da Paciência.

## 7.3 TRANSFORMADOR DE CORRENTE

Transformador de corrente (TC) é um transformador para instrumento, cujo enrolamento primário é ligado em série com o circuito e cujo enrolamento secundário se

destina a alimentar instrumentos elétricos de medição, proteção ou controle. Esses tipos de transformadores, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), se subdividem em duas classes: classe A, que apresenta alta impedância interna e classe B, que apresenta baixa impedância interna.

A PCH Barra da Paciência possui TC dos dois tipos, totalizando 10, sendo dois deles usados para medição e os demais para proteção.



Figura 19. Fotografia do TC da SE Barra da Paciência.

## 7.4 DISJUNTOR

Os disjuntores são os dispositivos responsáveis pela proteção dos circuitos contra possíveis curto circuitos ou sobretensões. Possuem capacidade de abertura e fechamento que deve atender a todos os pré-requisitos de manobra sob condições normais e anormais de operação. Um disjuntor é composto de três pólos separados. Na parte inferior, um disjuntor apresenta um mecanismo em um compartimento de liga metálica e na parte superior encontra-se a unidade de interrupção, que corresponde a uma câmara de gás Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>).

A subestação da Barra da Paciência possui três disjuntores, montados em estruturas metálicas (Figura 20).



Figura 20. Fotografia de um Disjuntor da SE Barra da Paciência .

## 7.5 CHAVE SECCIONADORA

As chaves seccionadoras são dispositivos destinados a isolar equipamentos, zonas de barramento ou trechos de linhas de transmissão. Elas são operadas sem carga, embora possam ser operadas sob tensão.

A subestação Barra da Paciência possui seccionadoras horizontais, apoiadas sobre as base de cimento com a função de garantir as distâncias de isolamento dos disjuntores (Figura 21). Elas são de abertura central, ou seja, composta de duas colunas rotativas de isoladores. Das cinco seccionadoras horizontais, duas possuem lâmina de terra (opera única e exclusivamente quando a seccionadora está aberta, provocando o aterramento das linhas de transmissão, quando necessário). O processo de montagem de uma seccionadora pode ser resumido assim: montagem propriamente dita, fixação das seccionadoras, regulagem (os contatos dos pólos devem operar simultaneamente sem provocar esforços adicionais aos motores de acionamento automático) e travamento dos mancais (evita que apareçam folgas nas articulações).



Figura 21. Fotografia da chave seccionadora da SE Barra da Paciência.

## 7.6 TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

A subestação Barra da Paciência possui um transformador do tipo elevador (13,8/69 kV) com potência de 21,5 MVA, o qual possui para-raios (Figura 22). O transformador é um equipamento de operação estática, que por meio de indução eletromagnética, transfere energia de um circuito (primário) para um ou mais circuitos denominados secundário e terciário.

Para adequar a relação de tensão às condições do sistema, o transformador possui um enrolamento especial com derivações. A relação de tensão pode ser alterada através de um comutador em vazio (com o transformador desenergizado) ou por um comutador de derivação em carga (com o transformador energizado). Acionamentos motorizados são usados para operar os comutadores, possibilitando comando local ou à distância, inclusive com controle automático de tensão.

A eficiência da refrigeração é um fator fundamental que determina a segurança operacional e o tempo de vida de um transformador. O sistema utilizado com maior frequência em unidades menores é a refrigeração natural (ONAN), na qual o calor é absorvido pelo óleo e dissipado no ar através de radiadores. No sistema ONAN/ONAF (OA/FA ou OA/FA/FA) os radiadores são adicionalmente refrigerados por meio de ventiladores. O sistema de refrigeração pode também consistir de bancos de radiadores separados ou com trocador óleo/água (OFWF ou FOW). A refrigeração pode ainda ser incrementada por meio do fluxo direcionado do óleo (ODAF ou ODWF). O tipo de refrigeração usada no transformador trifásico da subestação Barra da Paciência como pode ser visto na figura 22 é a OA/FA e a ONAN.



Figura 22. Foto do transformador elevador da SE Barra da Paciência.

## **8. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Durante o estágio foram realizadas atividades administrativas (controle de marcação do ponto, demissão e admissão de funcionários, elaboração de relatórios e pedido de material), de monitoramento e coordenação das tarefas desempenhadas em campo pela empresa, as quais seguem projetos fornecidos pelo construtivo da PCH, com fiscalização da empresa contratante. Apresenta-se a seguir um resumo das atividades realizadas.

### **8.1 ENCAMINHAMENTOS**

Durante o estágio foram realizadas atividades denominadas de *encaminhamentos*, que são os caminhos onde os condutores elétricos são percorridos e cujo dimensionamento deve ser feito de forma a suportar a quantidade de cabos que irá conter. Os encaminhamentos, sob responsabilidade da BM Engenharia, foram os de estruturas metálicas ou polimerizadas.

Na PCH Barra da Paciência e UHE São José foram construídos encaminhamentos do tipo: leito, perfilados, eletrocalha e eletroduto. Tomou-se como referência o arranjo elétrico fornecido pelo construtivo e a troca térmica entre os condutores e ambiente, assim como a interferência eletromagnética dos mesmos. Os do tipo leito foram

utilizados na montagem dos encaminhamentos da Casa de força, os quais foram usados para passagem de cabos de Média Tensão (MT). Os do tipo perfilado foram utilizados para passagem de cabos singelos da iluminação e cabos de fibra ótica.

As eletrocalhas foram utilizadas para cabos de comando, de baixa tensão, cabos de instrumentação, cabos de corrente contínua e cabos dielétricos, dispostas de forma a não sofrerem tração brusca e aquecimento por meio de outros cabos. Para isso, utilizou-se um septo-divisor para separar os cabos de alimentação dos demais.

Os eletrodutos utilizados para a Casa de Força foram do tipo galvanizado e de uma polegada, para Subestação foram do tipo galvanizado e de PVC de 2 polegadas.

Apresentam-se na Figura 23, fotos dos encaminhamentos usados.

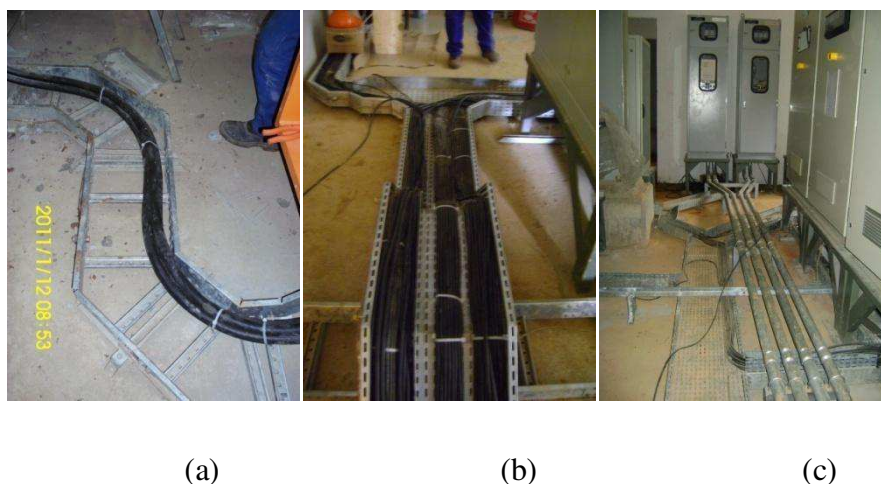


Figura 23. (a) Foto do Leito para cabos de média tensão. (b) foto da Eletrocalha para cabos de comando e baixa tensão. (c) Foto do Perfilado e eletroduto.

## 8.2 FIXAÇÃO DOS PAINÉIS

Os painéis devem ser fixados devido aos altos valores de compra dos painéis, por estarem em locais adversos e também por serem manuseados constantemente, dando desta forma segurança aos operadores quando necessidade de sua manutenção.

Há também a prevenção contra tombamento provocado pelos fortes ventos quando localizados em partes externas. Os painéis fornecidos pela ArevaKoblitz foram fixados conforme apresentados no projeto, fazendo-se uso de chumbadores e peças de perfilados preparados no local.

Os transportes dos painéis foram feitos através da ponte rolante para as cotas inferiores da parte interna da casa de força, onde alguns painéis estão representados na Figura 24.



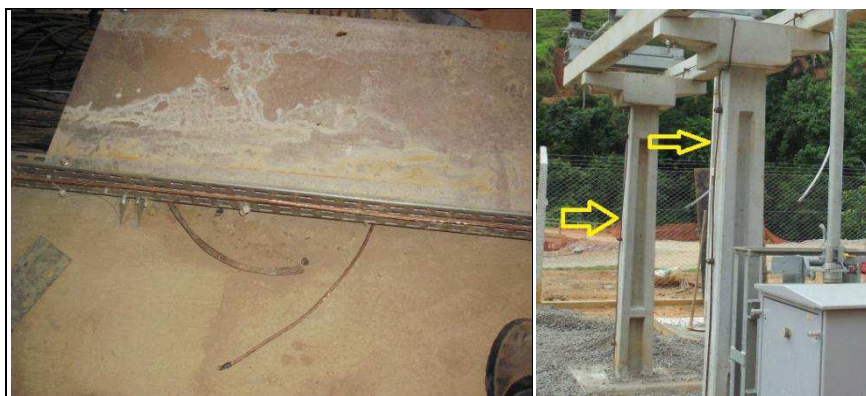
FIGURA 24 . FOTOGRAFIA DE PAINÉIS FIXADOS NA UHE SÃO JOSÉ

### 8.3 ATERRAMENTOS

Durante o estágio foram feitos aterramentos das estruturas metálicas, o qual deve ser feito de modo a garantir a integridade física dos operadores e interligadores. O aterramento deve ser contínuo, pois à medida que os painéis são interligados eles são logo energizados, para se fazer seu comissionamento. Foram realizados aterramentos dos painéis, dos equipamentos, das carcaças dos motores, dos encaminhamentos metálicos e dos cabos blindados.

A blindagem dos cabos foi aterrada em uma das suas extremidades para servir de referência de atuação para o sistema de proteção, uniformizar o campo e reduzir as perdas devido aos comprimentos dos mesmos.

Para aterrar os painéis, os encaminhamentos metálicos, a cerca e os equipamentos da subestação, foram utilizados cabos de cobre nu de  $70 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$ ,  $6 \text{ mm}^2$  e  $10 \text{ mm}^2$ , interligando todos os aterramentos à malha de terra. Apresenta-se na Figura 25 uma foto de alguns dos aterramentos realizados.



(a)

(b)

Figura 25. Fotos do Aterramento da (a) eletrocalha na Casa de Força e da (b) chave seccionadora na Subestação.

O aterramento na subestação dos equipamentos à malha de terra e nas caixas de inspeção, onde a malha de terra era conectada a uma haste de cobre, a conexão foi realizada através de solda exotérmica (Figura 26).



(a)

(b)

Figura 26. Foto da Solda Exotérmica (a) Caixa de Inspeção. (b) Foto do Transformador da subestação.

## 8.4 LANÇAMENTOS DE CABOS

Uma das principais atividade desenvolvida no estágio consistiu em acompanhar o corte e lançamento dos cabos. Esta é a atividade que consome muito tempo, pois dependendo da sua área de secção e comprimento, um grande contingente de pessoas deve ser deslocado.



Na casa de força da Barra da Paciência, essa atividade era realizada por apenas dois funcionários. A planilha de lançamento de cabo é fornecida pela AREVAKOBLITZ, na qual havia:

- Tag do cabo, número que identifica o cabo e seu painel de origem;
- Painel ou equipamento de origem do cabo;
- Painel ou equipamento de destino do cabo;
- Tipo, bitola do cabo e isolamento;
- Comprimento do cabo, medido pelo projeto e real (neste caso, quem media era a BM Engenharia);
- Observação, às vezes vinha informando a finalidade do cabo.

Apresenta-se na Tabela 1(a) uma planilha de lançamento de cabos usada na PCH Barra da Paciência e na Tabela 1(b) uma planilha de lançamento de cabos usada na UHE São José.

O corte dos cabos exigia atenção redobrada, em particular aos cabos de média tensão, devido ao seu custo elevado e porque a empresa contratante fornecia os cabos com comprimento aproximadamente exato.

A arrumação dos cabos de média tensão era feita em forma de um trifólio, devido às correntes elevadas que circulam entre as fases. Essa etapa tinha como objetivo manter o equilíbrio das induções mútuas entre as fases (Figura 26).

Tabela 1(a). Planilha de lançamento de cabos elétricos da PCH Barra da Paciência.

CLIENTE		CONTRATADA	
ER SA - ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A. PCH BARRA DA PACIÊNCIA			
Nº CLIENTE 1237	Nº CONTRATADA	Nº AREVA KOBULTZ 1237-OP-021F-0203	OP 9378
APLICAÇÃO CASA DE FORÇA E SUBESTAÇÃO		REV. 00	FOLHA 01 / 01



LISTA DE CABOS DE COMANDO/ INSTRUMENTAÇÃO

TAG	CRIBEI	DESTINO	SEÇÃO NOMINAL (mm²)	ISOLAÇÃO		LANÇE (m)	OBSERVAÇÃO
				PROJETO	REAL		
C8353-01	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	3x2,5mm²	0,61KV	30		
C8353-02	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT (OP-8345)	3x2,5mm²	0,61KV	30		
C8353-03	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	4x4,0mm²	0,61KV	30		
C8353-04	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	4x4,0mm²	0,61KV	30		
C8353-05	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	2x4,0mm²-SH	0,61KV	30		
C8353-06	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	2x2,5mm²	0,61KV	45		
C8353-07	QFC-UI (OP-8353)	FNIGIT-G1 (OP-8347)	4x4,0mm²	0,61KV	45		
C8353-08	QFC-UI (OP-8353)	REGULADOR DE TENSÃO UI PANEL REI/AX	3x2,5mm²	0,61KV	50		
C8353-09	QFC-UI (OP-8353)	REGULADOR DE TENSÃO UI PANEL REI/AX	4x4,0mm²	0,61KV	50		
C8353-10	QFC-UI (OP-8353)	REGULADOR DE TENSÃO UI PANEL REI/AX	2x4,0mm²	0,61KV	50		
C8353-11	QFC-UI (OP-8353)	REGULADOR DE VELOCIDADE UI PANEL VATECH	3x1,5mm²	0,61KV	40		
C8353-12	QFC-UI (OP-8353)	REGULADOR DE TENSÃO UI PANEL REI/AX	3x1,5mm²	0,61KV	50		

Tabela 1(b). Planilha de lançamento de cabos da UHE São José.

Identificação	Bitola	Origem	Destino	Percurso	Comprimento
F 1022	3C x 10 mm <sup>2</sup>	CCMU1	BIMEZ1	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
F 1023	3C x 4 mm <sup>2</sup>	CCMU1	BIMEZ2	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
F 2011-A	1C x 25 mm <sup>2</sup>	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 2012-B	1C x 25 mm <sup>2</sup>	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 1022-C	1C x 25 mm <sup>2</sup>	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 1022-N	1C x 25 mm <sup>2</sup>	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
C 1014	8C x 1 mm <sup>2</sup>	CCMU1	QVVAR1	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
C 1015	8C x 1,5 mm <sup>2</sup>	CCMU1	QVVAR1	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
C 2016	4C x 1,5 mm <sup>2</sup>	CCMU2	QVVAR2	L021-L023-L025-L035-L39-L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	31 metros
C 2017	12 x 1,5 mm <sup>2</sup>	CCMU2	QVVAR2	L021-L023-L025-L035-L39-L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	31 metros



Figura 26. Foto de um Trifólio.

## 8.5 INTERLIGAÇÃO DE PAINÉIS

Durante o estágio foram realizadas atividades de interligação de painéis, a qual é feita após o lançamento dos cabos para os seus respectivos painéis, equipamentos e gerador diesel. Concluída a etapa de lançamento dos cabos, o electricista começa o processo de decapagem e preparação da ponta de conexão do cabo. Em seguida, mediante o uso da planilha de interligação fornecida pela AREVAKOBLITZ, o electricista começa a interligar os cabos aos bornes que se encontram dentro do painel. Esta planilha de interligação possui as seguintes informações:

- Tag do cabo, número que identifica o cabo e seu painel de origem;
- Painel ou equipamento de origem do cabo;
- Identificação onde cada veia do cabo irá ser conectada ao borne;
- Tipo, bitola do cabo e isolamento;
- Painel ou equipamento de destino do cabo;
- Identificação onde cada veia do cabo irá ser conectada ao borne;
- Observação, às vezes informando a finalidade do cabo.

Apresenta-se na Tabela 2 uma planilha de interligação usada na PCH Barra da Paciência.

Tabela 2: Planilha de Interligação do Quadro Proteção e controle da unidade 1.da PCH Barra da Paciência.

CLIENTE		CONTRATADA		AREVA	
ERSA - ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A. PH BARRA DA PACIENCIA					
Nº CLIENTE	Nº CONTRATADA	Nº AREVA KOBULTZ	REV.	OP	FOLHA
1237		4237-13F-021B-0208	00	9355	01/01
APLICAÇÃO	PROJETO				
CASA DE FORÇA	UHR U1				

**PLANILHA DE INTERLIGAÇÃO**

ORIGEM	CABO				VEIA	BORNE	EQUIPAMENTO	OBSERVAÇÃO
	BORNE	VEIA	TAG / SEÇÃO NOMINAL	BORNE				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:9	1	C9353-32/4x1,5mm²	X3:42	UHR U1	Mível de Óleo muito baixo (TRIP), pressão muito baixo		
	PIX12:10	2		X3:43				
	PIX12:11	3		X3:16				
	PIX12:12	4		X3:17				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:13	1	C9353-33/4x1,5mm²	X3:18	UHR U1	TEMPERATURA MUITO ALTA/ NIVEL ÓLEO ALARME ALTO		
	PIX12:14	2		X3:19				
	PIX12:15	3		X2:9				
	PIX12:16	4		X2:10				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:17	1	C9353-54/2x1,5mm²	X2:08	UHR U1	Comando shutdown valve (Desenergizar) PSV0224M4		
	PIX12:18	2		X2:07				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:21	1	C9353-55/2x1,5mm²	X2:5	UHR U1	VALV. RETENÇÃO BORBOLETA - FECHAMENTO		
	PIX12:22	2		X2:5				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:25	1	C9353-56/2x1,5mm²	X2:4	UHR U1	VALV. BY PASS ABERTURA - FECHAMENTO		
	PIX12:26	2		X2:3				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:27	1	C9353-83/4x1,5mm²	X3:44	UHR U1	BOMBA 1, 2 FUNCIONANDO, VALV. EMERG. ABERTA - JUMPEAR BORNE X3:44 COM BORNES X3:46; XX		
	PIX12:28	2		X3:45				
	PIX12:29	3		X3:47				
	PIX12:30	4		X3:7				
QPC-U1 (OP-9353)	PIX12:31	1	C9353-84/2x1,5mm²	X2:11	UHR U1	NIVEL OLEO ALARME BAIXO		
	PIX12:32	2		X2:12				

Dependendo do tipo de cabo e do mecanismo no qual serão interligados, terminais de compressão tipo “olhal”, “agulha” e “garfo” são usados. Em seguida, faz-se um corte no cabo de forma a se obter um acabamento dos chicotes formados dentro dos painéis com auxílio de fitas Helliman. Os cabos interligados são postos com sua identificação, tag, e anilhas, de modo que se possa observar a origem e o destino do cabo (Figuras 27, 28, 29 e 30).

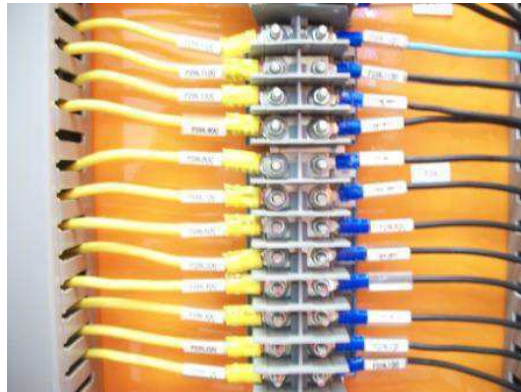


Figura 27. Foto do Terminal tipo olhal e anilhas nos cabos de comando do painel QPC-U2 da PCH Barra da Paciência.



Figura 28. Foto de Tag's usados na identificação dos cabos de comando do painel QPC-U2 da PCH Barra da Paciência.



Figura 29. Foto da disposição dos cabos interligados no painel de comando do painel QPC-U2 da PCH Barra da Paciência .

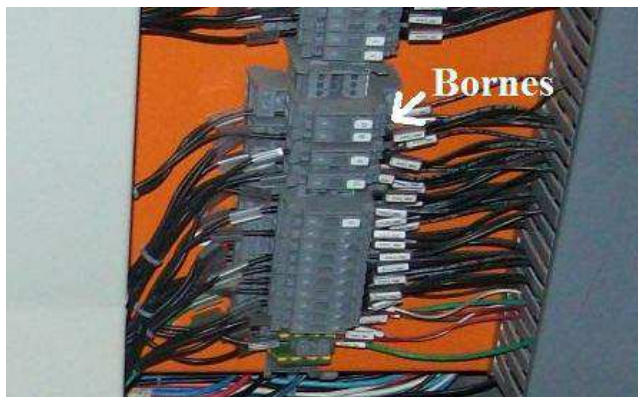


Figura 30. Cabos interligados aos bornes no painel de comando do painel QPC-U2 da PCH Barra da Paciência .

## 8.6 MUFLAS

Durante o estágio foram implementadas atividades referentes à instalação de mufla elétrica, que é a terminação dos cabos de alta e média tensão, aplicada onde existe uma transição do tipo de isolamento. A rigor deve existir uma mufla em cada ponto de mudança de tipo de isolamento, mas na maioria das vezes a mufla está em uma transição de isolamento sólido (ou líquido) para o ar. As muflas são projetadas para se fazer a impermeabilização no ponto de término do isolamento, evitando assim a entrada de umidade, que também pode danificar o cabo naquele ponto. Esses cabos possuem uma blindagem que deve ser conectada a malha de terra.

Também se chama mufla ao tipo de isolamento aplicado em conexões de alta tensão em transformadores. Neste caso, ela tem uma cobertura metalizada e um revestimento isolante que reduz o risco de ruptura do dielétrico, principalmente em conexões subterrâneas.

Na PCH Barra da Paciência e na UHE São José a BM ficou responsável por fazer as muflas nas terminações dos cabos de média tensão (MT). Na Figura 31 (a) e 31(b) ilustra as muflas confeccionada para o transformador auxiliar na UHE São José .



(a)



(b)

Figura 31. (a) Foto das muflas conectadas no trafo auxiliar da UHE São José (b) foto das muflas depois do acabamento.



## 8.7 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Durante o estágio foram realizadas atividades referentes à instalação de SPDA. A proteção contra descargas atmosféricas é fundamental em instalações elétricas, de tal forma que as dimensões da instalação são função da área de proteção dos equipamentos destinados a fazer a captação das possíveis descargas elétricas. Na subestação da PCH, a proteção contra descargas atmosféricas é feita por meio dos captosres Franklin instalados nos pórticos de entrada e no poste localizado atrás do transformador de potência (Figura 32).



(a)

(b)

Figura 32. Fotografias de Captosres Franklin: (a) pórtico de entrada, (b) poste atrás do Transformador.

## 8.8 ILUMINAÇÃO

Durante o estágio foram realizadas atividades referentes à iluminação. Inicialmente, colocou-se a iluminação na subestação, a qual foi composta por dez refletores com lâmpadas de vapor de sódio e potência de 400 W, sendo oito delas fixadas na lateral da subestação e as outras duas, no poste atrás do transformador (Figura 33).



(a)

(b)



(c)



(d)

Figura 33. Fotos de Iluminação: (a) lateral SE, (b) poste atrás do transformador SE, (c) Sala de painéis da UHE (d) Sala de auxiliares mecânicos da UHE São José.

Na casa de força, iniciou-se a iluminação pelos refletores externos e logo após, os refletores na elevação 271 m e nas demais salas. Os refletores externos eram compostos por quatro unidades do mesmo tipo da subestação: dois na lateral, um na frente e um na parte de trás.

Na elevação 271 m foram utilizados quatro refletores de vapor de sódio com 400 W e lâmpadas de emergência. Os refletores foram postos próximos à escada que dá acesso, entre os geradores e na outra extremidade da elevação. Os refletores foram instalados junto com as lâmpadas de emergência, que possuem autonomia de duas horas em caso de falha na iluminação normal.

Nas salas onde se encontram os painéis foram utilizadas luminárias com calhas refletoras e lâmpadas de emergência do mesmo tipo usado na elevação 271 m. Conforme a distância e cargas distribuídas nos circuitos, foram utilizados cabos de 10 mm<sup>2</sup>, 6 mm<sup>2</sup>, 4 mm<sup>2</sup> e de 2 mm<sup>2</sup>.

## 8.9 RELATÓRIOS E PLANILHAS ADMINISTRATIVAS

Foram realizadas atividades de elaboração de relatório, cujo objetivo foi familiarizar o estagiário com os serviços realizados na obra. Os relatórios realizados foram do tipo:

- Registro diário de obra: relatório preenchido diariamente, descreve as atividades realizadas durante o expediente de trabalho na obra da subestação e na casa de força tanto na PCH como na UHE São José, detalhando as atividades principais que estavam em andamento e ou se foram concluídas. Neste relatório são colocados como observação falta de material e paralisação das frentes de serviços devido ao desligamento de energia ou atraso por alteração do projeto principal.
- Solicitação de serviço fora de escopo: informa os serviços realizados na obra que não estavam no escopo. Serve como documento para solicitação de verbas adicionais por atividades que estavam fora do contrato .
- Relatório de retrabalho: relatório feito após a conclusão do serviço, conforme o projeto. Ao final, os supervisores e coordenadores solicitam refazer o serviço de outra forma, independente do motivo. Serve como documento para solicitação de aditivos.
- Relatório Fotográfico: relatório feito pelo o engenheiro ou supervisor . Constitui-se em uma forma de relatar visualmente a obra e repassar para a diretoria o andamento da obra, podendo definir junto com o engenheiro as frentes de serviços e cobrar corretamente a empresa contratante.

Os registros diários de obra (RDO) constam os funcionários presentes no dia, assim como os horários de entrada e saída e as atividades realizadas. Uma cópia desses relatórios é entregue à empresa contratante. Apresenta-se na Figura 34 , alguns RDO realizados durante o estágio.

		<b>REGISTRO DIÁRIO DE OBRA</b>		DATA: 15 / 12 / 10		
CLIENTE: PCH - Barra da Paciência (ArevaKoboltz)		CIDADE: Açucena		UF: MG		
RESPONSÁVEL: Vantuil Junior		CARGO: Engenheiro de Campo				
DRT	NOME DO FUNCIONÁRIO	FUNÇÃO	MANHÃ	TARDE	NOITE	TOTAL DE HORAS
	Leandro	Aux. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Fábio José	Téc. Sup. Trabalho	7:30   12:30   17:30			
	José Cosmo	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Vantuil Junior	Eng. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Victor de Paiva	Estagiário de eng.	7:30   12:30   17:30			
	Alexandre	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Roberto	Encarregado de Mont.	7:30   12:30   17:30			
	Galdêncio	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	José Carlos	Encarregado de Mont.	7:30   12:30   17:30			
	José Paulo	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Belmaro	Soldador / Montador	7:30   12:30   17:30			
	Nicanor	Eletricista	7:30   12:30			
	Claudio	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Edson	Aux. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Inneu	Aux. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Brenner	Aux. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Edilson	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Rafael	Aux. Eletricista	7:30   12:30   17:30			
	Gonzaga dos Santos	Eletricista	7:30   12:30   17:30			
RELATÓRIO DOS SERVIÇOS						
ITEM	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÃO/ESPECIFICAÇÃO				
Casa de força						
01	Montagem do Septo divisor e das tampas da caixa do motor do Gerador principal.					
02	Levantamento das medidas dos cabos que ainda falta da unidade 1					
03	Interligação do CCM-GA e CCM-GB					
04	Interligação dos cabos do QDCA e QDCC, do regulador de velocidade e de tensão da unidade 2					
05	Arrumação e Passagem dos cabos.					
06						
07						
Subestação						
01	Corte e passagem dos cabos.					
02	Foi dado continuidade no aterramento da cerca.					
03						
04						
VISTO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO:		VISTO DO CLIENTE:				

(a)

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	
O presente relatório reporta os retrabalhos executados na obra PCH BPA, localizada no município de Açucena, no estado de Minas Gerais, referente ao dia 12/01/2011.	
<b>2 - PRINCIPAIS SERVIÇOS EXECUTADOS NA SUBESTAÇÃO</b>	
PRINCIPAIS ATIVIDADES EXECUTADAS	
1) Alteração do septo-divisor na eletrocalha da Unidade 1	3x Alterado
2) O supervisor da Areva, Fábio, mandou que a eletrocalha ficasse posicionada afastada da parede, mas ela acabou ficando no local do contra-pégo, do conduto.	1x Alterado
<b>FIGURA 01</b>	<b>FIGURA 02</b>
Rua Professor Avertano Rocha, 198, Tomadas - Recife/PE, CEP-50760-100, Tel. - 3446-8543 Email: edson.bandiera@bmeq.com.br, jose.munoz@bmeq.com.br	

(b)

Figura 34. Relatórios de: (a) registro diário das atividades (b) solicitação de serviços fora de escopo.

## 9. Conclusão

O estágio curricular é de fundamental importância, pois com ele o acadêmico consegue adquirir e sedimentar conhecimentos profissionais. O que o acadêmico aprende na teoria durante a graduação e com o estágio ele consegue desenvolver com mais aptidão as funções do engenheiro eletricitista.

Durante o período de estágio, foram desempenhadas tarefas na área de montagem elétrica de subestações, e casa de força. Foi bastante importante obter conhecimentos na instalação dos equipamentos elétricos principais de uma subestação, a função de cada equipamento. A instalação do transformador trifásico na subestação, a importância da malha de aterramento, a montagem de painéis elétricos, a automação na casa de força, a iluminação tanto de uma subestação quanto da casa de força, e principalmente a diferença entre a construção de uma pequena central elétrica e uma UHE. No conhecimento adquirido do gerenciamento e organização da unidade de trabalho da montagem elétrica, pois o engenheiro tem que saber lidar com a parte administrativa para que a obra seja executada no cronograma passado para ele.

O aprendizado adquirido durante o período de estágio curricular com certeza será de grande valia para toda a vida profissional, deixando-o pronto para assumir grandes responsabilidades como profissional de Engenharia Elétrica.

## 10. Bibliografia

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Editora LCT, 2007.

ENGEVIX. ALUSA. **Manual Descritivo da UHE São José**. Projeto Básico. Outubro, 2006.

IJUÍ. ENGEVIX. **Manual Descritivo de UHE São José**. Projeto Executivo. Agosto, 2010.

**Subestações, Tipos, Equipamentos e Proteção**, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suco da Fonseca , novembro 1999 .

A.E. FITZGERALD & CHARLES KINGSLEY JR. & STEPHEN D. UMANS , **Máquinas Elétricas: Com Introdução Eletrônica de Potência** , sexta edição , Bookman , ano 2006.

[www.ersa.com.br](http://www.ersa.com.br)

[www.arevakoblitz.com.br](http://www.arevakoblitz.com.br)

[www.ijui.com.br](http://www.ijui.com.br)

[www.cerpch.unifei.edu.br](http://www.cerpch.unifei.edu.br)

[www.ge.com.br](http://www.ge.com.br)