



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ALBERTO HENRIQUE DANTAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande – Paraíba

Março de 2011

ALBERTO HENRIQUE DANTAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador:

Professor Karcus M. C. Dantas, M. Sc.

Campina Grande – Paraíba

Março de 2011

ALBERTO HENRIQUE DANTAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em / /

Prof. Karcus M.C. Dantas, M.Sc, UFCG

Orientador

Professor Avaliador
Componente da Banca

Campina Grande – Paraíba

Março de 2011

Dedicatória

À minha mãe, *Lucenilda da Silva Dantas (In Memoriam)* e

Ao meu pai, *Aloisio Henrique Dantas*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido nos momentos de fraquezas e me guiar por caminhos corretos e justos.

Aos meus pais, pelas incansáveis noites de orações e pelos momentos de afeto.

Aos meus irmãos, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus amigos, Bruno Soares de Sousa, Dassayev Lunguinho da Silva, Breitner Lunguinho da Silva, Ivan de Matos do Nascimento, Tiago da Silva Balbino, Luiz Carlos Queiroga Junior, Miguel Queiroga Filho, Caio Calado Fernandes , Tiago da Silva Brito, Victor de Paiva Lopes, Manoel Leoemi, Gustavo Soares dos Santos, Joale de Carvalho Pereira e José Wellington do Nascimento, pelos momentos de alegrias e superações vivenciadas em minha vida acadêmica.

A José Muniz de Moraes e Ivson Bandeira, pelas palavras de incentivo, profissionalismo e pela oportunidade de desenvolver-me profissionalmente durante o período de meu estágio.

A todos os funcionários da BM engenharia, especialmente a Devaldo, pelas lições de vida, pela compreensão e pela conduta profissional que colaboraram para meu aprendizado.

Ao engenheiro Ewton Vieira, aos técnicos Jonas Alves, Ivanilson, Márcio, Marcílo, Gislane, Abel Borba que sempre trabalharam de forma profissional, contribuindo para meu crescimento.

Ao professor Karcus Marcelus Colaço Dantas que se colocou a disposição no desenvolvimento e participação da minha formação profissional, dando-me suporte que foi necessário.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, em especial a Adail, que sempre me orientou nos momentos mais difíceis de minha vida acadêmica.

Aos Sr. Gildo Soares dos Santos, Sra. Maria do Carmo e Sra. Maria de Fátima Cabral dos Santos que sempre me acolheram como filho em vários momentos.

A todos aqueles que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta contribuíram substancialmente para meu aprendizado profissional.

“Esforça-te que Eu o ajudarei.”

APRESENTAÇÃO

O estágio foi realizado na empresa BM Engenharia, prestadora de serviço da AREVAKOBLITZ, no período 29/09/2010 a 27/01/2011. Foram realizadas atividades relacionadas com a construção da Usina Hidrelétrica São José, localizada nas cidades de Salvador das Missões e Rolador, onde a estrutura de barramento está construída no Rio Ijuí, distante aproximadamente 530 km da capital do Rio Grande do Sul. O empreendimento é de capital privado, sendo de responsabilidade da IJUÍ ENEGRIA S/A a gestão do reservatório de forma que se possa ter uma geração de energia adequada atendendo aos requisitos de preservação e impactos ambientais, assim como sua manutenção.

A capacidade de geração da UHE São José será de 51 MW, onde sua construção civil esteve sobre responsabilidade da Alusa Engenharia Ltda. A montagem dos geradores, turbinas, comportas da tomada d'água e Vertedouro sob responsabilidade da Alstom. A montagem dos auxiliares mecânicos, iluminação, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e interligação de painéis ficou a serviço da ArevaKoblitz.

Durante o período de estágio realizado, foram colocados em prática os conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica concatenados à coordenação das atividades realizadas na casa de força, galerias da barragem, vertedouro e subestação.

As atividades diárias estavam ligadas ao monitoramento das montagens elétricas, acompanhamento de testes nos equipamentos junto à equipe de comissionamento, além das elaborações de relatórios diários de frentes de montagens, contratação e demissão de funcionários.

SUMÁRIO

1. Empresas	9
1.1 BM Engenharia	9
1.2 AREVA KOBBLITZ	10
1.3 ALSTOM	10
1.4 ALUSA	11
1.1 IJUÍ ENERGIA S/A	12
2. Localização e Descrição da UHE São José	13
3. Componentes Eletromecânicos da UHE São José	13
3.1 Especificações dos Geradores Elétricos	14
3.2 Turbinas Hidráulicas	15
3.3 Transformadores Elevadores e Subestação	16
3.4 Especificações dos Transformadores Auxiliares.....	19
4. Painéis Elétricos de Distribuição da UHE São José	19
4.1 Painéis de Corrente Alternada	20
4.2 Painéis de Corrente Contínua	21
5. Grupo Gerador Diesel	21
6. Sala de Comando da UHE São José	23
7. Atividades realizadas no Estágio Integrado	23
7.1 Encaminhamentos	24
7.2 Fixação de Painéis	25
7.3 Aterramentos	26
7.4 Passagem de Cabos	27
7.5 Interligação de Painéis e Quadros	29
7.6 Terminações Contráteis (Muflas).....	31
7.7 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	32
7.8 Iluminação	33
7.9 Elaboração de Relatórios	34
8. Conclusão	36
9. Bibliografia	37

1. Empresas

Na construção, montagem e instalação dos equipamentos eletromecânicos da Usina Hidrelétrica São José, empresas prestadoras de serviços nas áreas de engenharia civil, engenharia elétrica e mecânica trabalham harmoniosamente para um denominador comum: o bom funcionamento da central hidrelétrica. Algumas dessas empresas são descritas a seguir:

1.1 BM Engenharia

A BM Engenharia foi fundada pelos engenheiros Ivson Bandeira e José Muniz de Moraes. Atuante no mercado desde 2007 é uma empresa prestadora de serviços que tem reconhecimento nos serviços de montagens industrial de pequenas centrais hidrelétricas, termoelétricas, montagens elétricas de usinas de cana de açúcar e de painéis elétricos.

A BM Engenharia tem fornecido serviços e produtos com qualidade, sendo uma empresa sólida na parte de montagem industrial e representação comercial em Pernambuco. Os grupos e empresas as quais os serviços foram prestados se distribuem entre AREVAKOBLITZ, ALUSA Engenharia, CHESF, USINA JB e SUAPE.

A empresa se fez presente atuando na parte de montagem da casa de força e subestação das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) de São Gonçalo-MG, Paiol - MG, Mantimento - MG e Santa Fé - MG, assim com nas Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Barra de Braúna - MG, São José - RS e Laranjeiras - SE. Na Usina de cana-de-açúcar JB - PE se fez presente na montagem de encaminhamentos e instalações do grupo gerador diesel e equipamentos de manobra.

Na UHE São José a BM engenharia, como contratada da AREVAKOBLITZ, ficou responsável pela montagem dos encaminhamentos (leitões, eletrocalhas, eletrodutos e perfilados), fixação de painéis elétricos, aterramentos de painéis, lançamentos de cabos de força e comando da casa de força (CF) e subestação (SE), assim com toda parte de iluminação da usina e interligações de painéis.

1.2 AREVAKOBLITZ

A AREVAKOBLITZ surgiu através da aquisição de 70% da KOBLITZ pela AREVA. A Koblitz teve como fundador o engenheiro Luiz Otávio Koblitz. Atuante no mercado desde 1975, o grupo possui fábricas em mais de 40 países e uma rede comercial em mais de cem, oferecendo soluções tecnológicas confiáveis para a geração de energia. No Brasil, a AREVAKOBLITZ conta com cerca de 700 funcionários.

A empresa é líder em integração de sistemas para geração e cogeração de energia a partir de fontes renováveis, onde seu principal negócio é o fornecimento de serviços para a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas até 30MW. As fontes mais utilizadas pelos produtores independentes de energia são as pequenas centrais hidrelétricas, usinas de energia térmica abastecidas por biomassa e cogeração com gás natural.

AREVAKOBLITZ também produz painéis elétricos de baixa e média tensão e automação em sua unidade de Recife. Na UHE São José a empresa foi responsável pelo fornecimento dos painéis da subestação e da casa de força, assim como a montagem dos auxiliares mecânicos, dos auxiliares elétricos, dos sistemas de proteção de descargas atmosféricas (SPDA) e interligação de painéis da Casa de Força da UHE São José.

1.3 ALSTOM

No Brasil, a Alstom está presente há 55 anos e conta com 5.000 funcionários diretos que trabalham em sete unidades instaladas nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rondônia. Esta empresa é líder mundial em infra-estrutura para geração, transmissão de energia e transporte ferroviária; sendo também referência em tecnologias inovadoras. A empresa contava com uma filial dedicada a construção marítima, a qual foi vendida em 2006. Ao todo, a Alstom forneceu mais de 100 turbinas e geradores para o mercado brasileiro nos últimos dez anos, e seus equipamentos respondem por 35% de toda a capacidade hidrelétrica instalada.

A empresa esteve presente fornecendo produtos e serviços para projetos das Usinas Hidrelétricas de Serra da Mesa, Itá, Salto Caxias, Igarapava, Itaipu – segunda

maior usina hidrelétrica do mundo, Tucuruí e, mais recentemente, Jirau e Santo Antônio, onde serão fornecidas pela empresa as turbinas tipo bulbo que serão as maiores, neste segmento, fabricadas pela empresa no Brasil.

Na construção da UHE São José-RS, toda a parte de montagens da ponte rolante, pórtico rolante, monovia, comportas da tomada d'água e vertedouro, estatores, rotores, turbinas, unidades hidráulicas de velocidade, unidades de lubrificação, painéis de regulação de tensão das máquinas, painéis de frenagem das máquinas e painéis de supervisão das unidades geradores ficaram sobre responsabilidade da Alstom.

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 2000 a empresa deu início à transmissão de energia, na implantação, operação e manutenção de sistemas de transmissão de energia, por meio de concessões, tornando-se em pouco tempo a maior empresa neste setor. 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 vigência de 35 anos.

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. 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. UHE São José

A UHE São José é um empreendimento da IJUÍ ENERGIA S/A, onde a UHE está implantada em uma região denominada fisiograficamente de Missões, localizada na porção noroeste do Estado do Rio Grande do Sul a aproximadamente 530 km de Porto Alegre, entre as coordenadas geográficas -28° 10' 3 6" (Norte-Sul) e -48° 48' 50" (Leste-Oeste). O reservatório possui forma alongada de alagamento das áreas marginais do Rio Ijuí, numa extensão longitudinal de 35 km, contando com pequenas penetrações em

seus afluentes quando no nível máximo normal de operação. Os municípios afetados pela UHE São José são: Cerro Largo, Rolador, Campina das Missões e Mato Queimado conforme apresentado na figura 1.

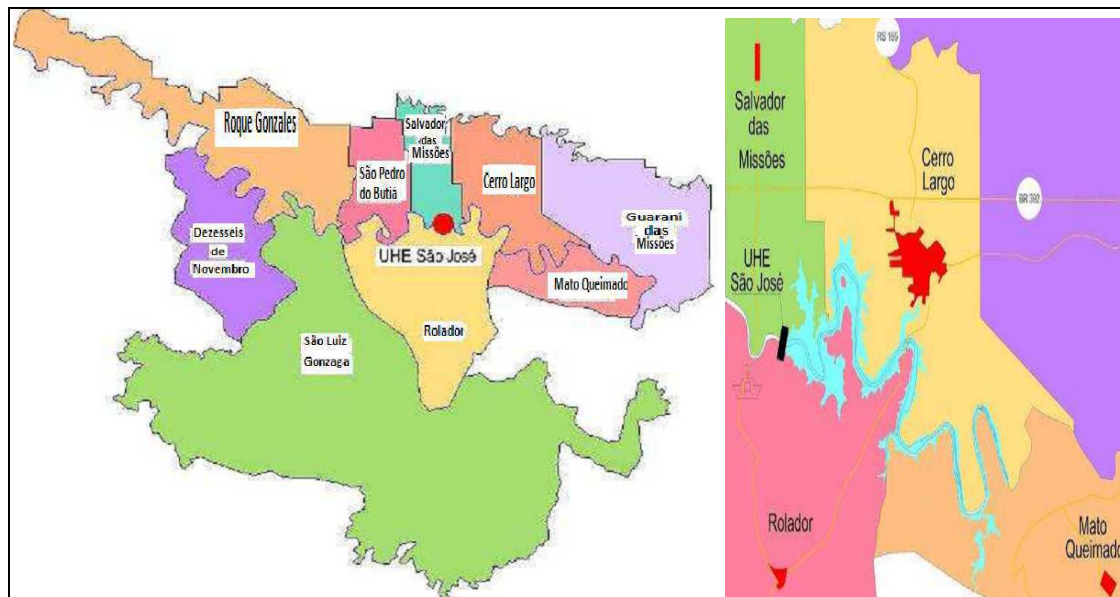


Figura 1. Fonte: Ijuí Energia S/A (2010). Localização e municípios afetados pela UHE São José.

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. A área destinada ao canteiro de obras está em torno de 160 hectares. Já a área total destinada a UHE São José é de aproximadamente 2.346 hectares.

2.1. Componentes Eletromecânicos da UHE São José

Com referência ao regime de operação prevista da UHE São José, serão apresentadas algumas características da unidade produtora de energia.

2.1.1 Especificações dos Geradores Elétricos

O gerador é o equipamento responsável pela segunda conversão de energia que ocorre em uma central hidrelétrica, que é a conversão da energia mecânica fornecida pela turbina em energia elétrica. O gerador é constituído por uma parte girante (rotor), acionado pela turbina acoplada a um eixo que está sustentado sobre mancais e de uma parte fixa (estator). O gerador da UHE São José é mostrado na figura 2, sendo este uma máquina síncrona de velocidade constante e frequência sincronizada com a tensão de seus terminais.



Figura 2. (a) Rotor (b) enrolamentos do estator e (c) acoplamento da máquina 1 da UHE São José.

A excitação do rotor é feita através de corrente contínua (CC), onde é estabelecida uma tensão interna no gerador, funcionando como partida do gerador para geração de tensão alternada (CA).

Abaixo seguem algumas informações dos geradores da usina:

- Nº 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 (Xd) de cada um (%): 1.07 pu;
- Reatância Síncrona de eixo de quadratura (Xq) 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 (Ra) de cada um: 0.1981;
- Constante de Inércia: 2.17 kW/s/kVA;
- Aterramento por resistor fixo de cada um (Ω), corrente suportável e tempo de duração suportável:
 $R = 0.2 \Omega$;
 $I = 635.1 \text{ A}$;
 $T = 10 \text{ s}$.
- Fabricante: Alstom;

2.1.2 Turbinas Hidráulicas

As turbinas hidráulicas são máquinas motrizes que transformam a energia hidráulica em energia elétrica. As turbinas utilizadas na Usina Hidrelétrica São José são do tipo Kaplan, figura 3 (a), onde a velocidade é controlada pela abertura e fechamento do distribuidor que funciona em sincronismo com as hélices da turbina, sendo o distribuidor formado por palhetas que sofrem variações no seu ângulo para aumentar ou diminuir a passagem da água, movimento acompanhado também pela abertura e fechamento das hélices da turbina, variando o ângulo de ataque de eixo vertical, onde estas aproveitam a energia cinética de um jato d'água incididos sobre as suas pás, figura

Na subestação, mostrada na figura 4, encontram-se equipamentos de medição e proteção, como pára-raios, transformadores de potencial (TP's), transformadores de Corrente (TC's), chaves Seccionadoras e disjuntores mostrados na figura 5. Na subestação também há um painel de suprimento dos serviços auxiliares da SE.

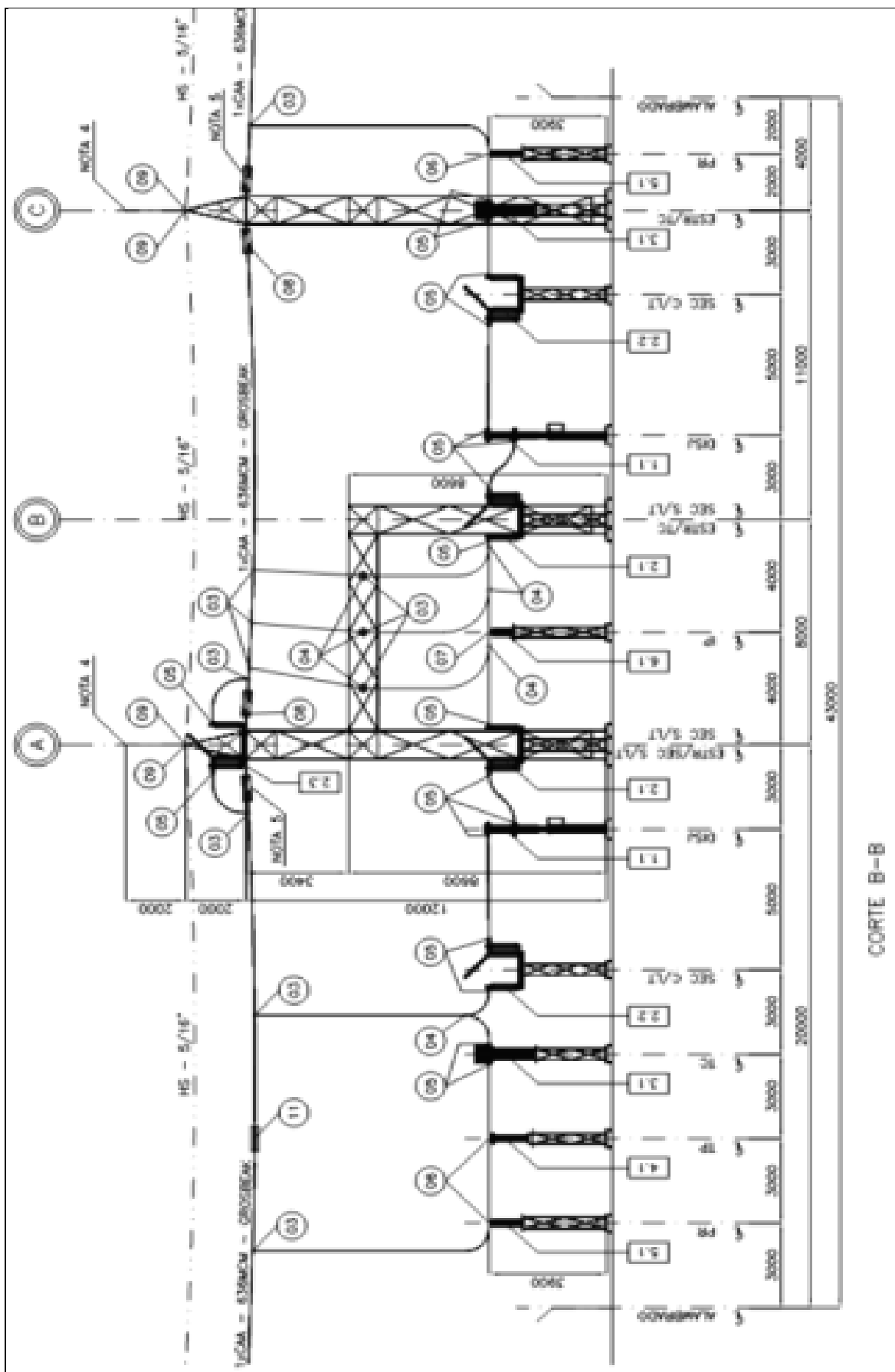


Figura 4. MARTE ENGENHARIA (2008). Arranjo Físico da SE, UHE São José.

2.1.4 Especificações dos Transformadores Auxiliares

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 potencia nominal de 500 kVA, suprimindo toda a carga dos serviços auxiliares da usina. As cargas são classificadas conforme o período de funcionamento cargas permanentes (24 horas), cargas intermitentes (4 horas) e cargas esporádicas (0.5 horas).

2.2 Painéis Elétricos de Distribuição 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 5.

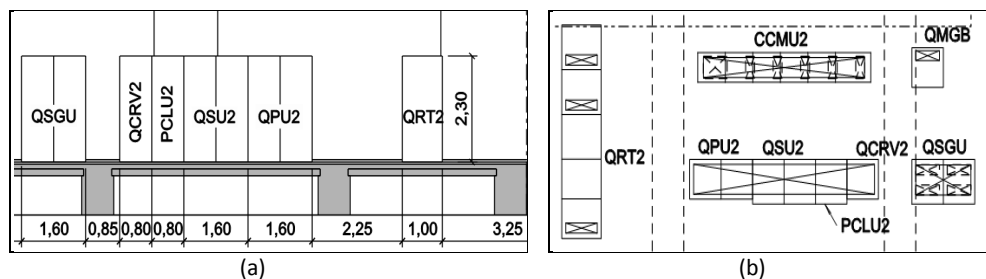


Figura 5. Fonte Engevix (2007). Arranjo geral dos painéis da cota 131.90

- 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:

2.2.1 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.

2.2.3 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.

2.3 Grupo Gerador Diesel

O barramento do QPSA também está interligado a um Gerador acionado por Motor Diesel, de 450 kVA, 1800 rpm e 380 V na saída, fabricado pela Cummins Power Generation. O barramento do gerador foi projetado de forma a operar em paralelo com a saída do barramento dos transformadores dos serviços auxiliares, sendo acionado automaticamente ou através da sala de controle, quando da ocorrência de falta ou falha de fornecimento da alimentação normal.

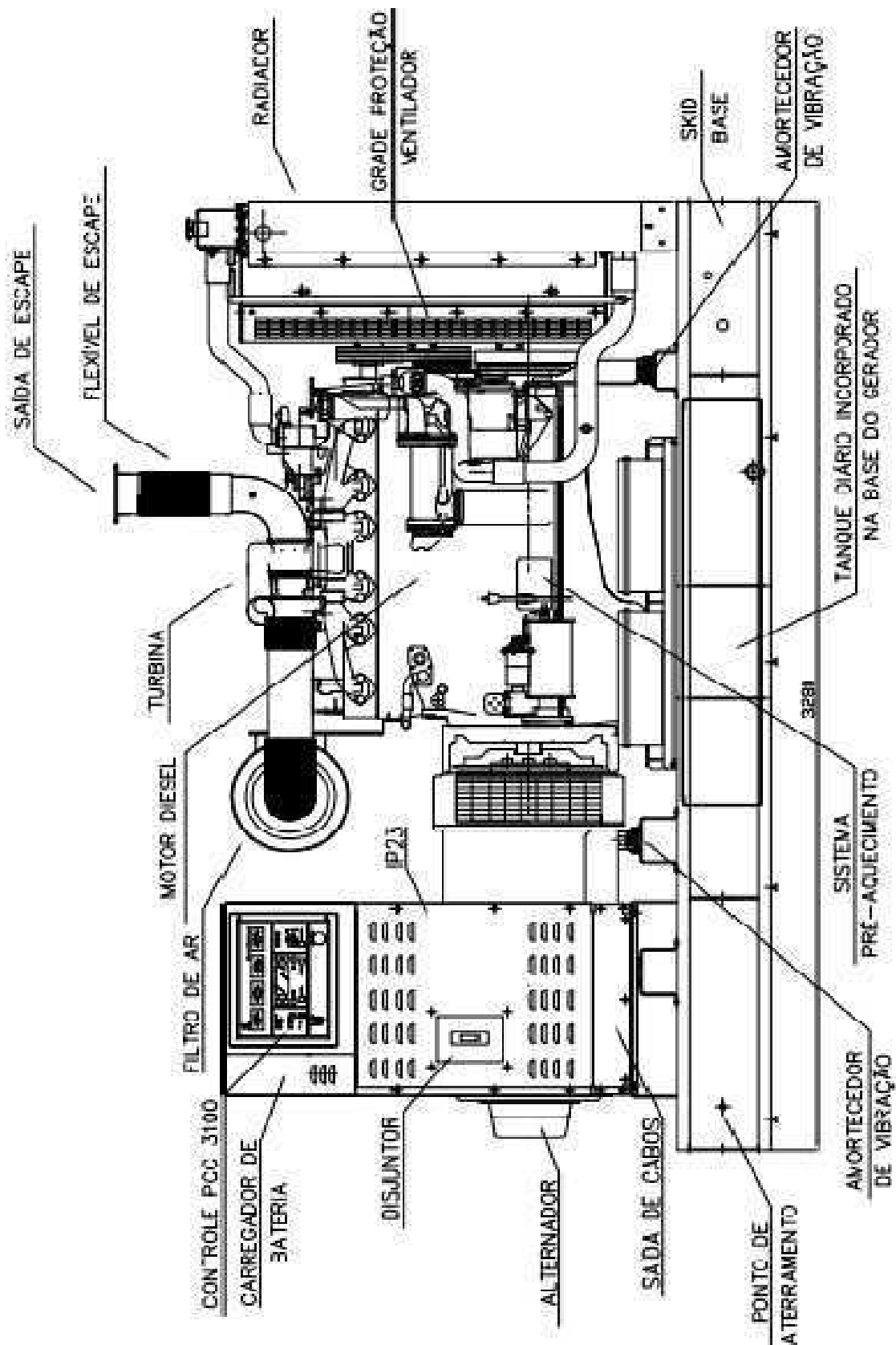


Figura 6. Fonte Cumins Power Generation(2009). Grupo Gerador Diesel da Casa de Força da UHE SJ.

2.4 Sala de Comando da UHE São José

Neste local, representado pela figura 6, o operador tem uma visão geral do que ocorre na operação da Usina, em caso de falhas na comunicação de painéis da CF e SE, visualizam-se sinais luminosos ou sonoros apresentados na tela do computador ou painéis.

Esta comunicação só é possível graças a um Controlador Lógico Programável (PLC) que monitora o funcionamento dos painéis da casa de força, subestação, tomada d'água e vertedouro, feitos através de cabos dielétricos. Sensores colocados em poços de drenagem e esgotamento, sensores de níveis da montante e jusante, medidores hidráulicos, compressores e fluxostatos enviam informações constantemente aos painéis que possuem programas inteligentes, capazes de entenderem e tomar decisões em situações adversas, como abertura de válvulas, de chaves seccionadoras e comportas.

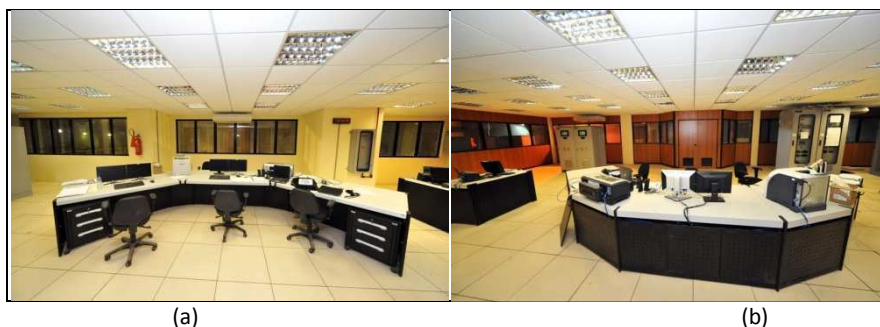


Figura 6. Sala de controle da UHE São José-RS.(a) vista traseira e (b) vista frontal.

3. Atividades

Como prestadora de serviço da empresa AREVAKOBLITZ e ALUSA engenharia, a BM Engenharia ficou responsável pela instalação elétrica da Casa de Força, Subestação, Tomada d'água, Vertedouro e Barragem. Atividades como corte e passagem de cabos, montagens de encaminhamentos para cabos de comando, força e dielétrico, instalação de sistemas de proteção de descargas atmosféricas (SPDA), interligações de painéis e bombas.

Durante o estágio foram realizadas atividades de monitoramento e coordenação das tarefas desempenhadas em campo pela empresa referente a montagem elétrica da UHE São José. Tais tarefas seguem projetos fornecidos pelo construtivo da usina, além do controle de marcação do ponto, demissão e admissão de funcionários, elaboração de relatórios e pedido de material, assim como questões administrativas.

3.1 Encaminhamentos

Encaminhamentos são estruturas metálicas ou polimerizadas por onde os condutores elétricos percorrem até seus destinos, sejam eles motores, bombas, motores, transformadores ou barramentos. Todo o dimensionamento desses encaminhamentos deve ser feito de forma a suportar a carga a qual estará submetida. Os encaminhamentos são tipo: leito, perfilados, eletrocalha e eletroduto.

Na Usina Hidrelétrica São José, tomando-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, foram montado diferentes encaminhamentos, representados na figura 7. Em seguida serão mostradas as suas utilizações conforme as montagens elétricas:

- **Leitos:** foram utilizados na montagem dos encaminhamentos da Barragem, Vertedouro e Casa de Força, onde os mesmos foram divididos para passagem de cabos de Média Tensão (MT), Baixa Tensão (BT), cabos de comando de corrente contínua (CC).
- **Perfilados:** foram utilizados para passagem de cabos singelos da iluminação, canaletas de conexão de painéis das unidades hidráulicas e unidades geradoras e canaletas das edículas do Vertedouro. Septor-divisores foram utilizados para separação de cabos de comando e baixa tensão, com a finalidade de anular a indução mútua.
- **Eletrocalhas** foram utilizadas para cabos de instrumentação, cabos de rede e cabos dielétricos, dispostos de forma a não sofrerem tração brusca e aquecimento por meio de outros cabos.

- **Eletrodutos** foram utilizados em circuitos onde se fez uso de tomadas e interruptores, sendo do tipo galvanizado de 1 polegada. Na descida dos leitos para os painéis foram utilizados eletrodutos galvanizados de duas e três e meia polegadas. Na subida da Tomada d'água, devido a um erro no projeto foi utilizado um percurso alternativo para passagem de cabos com eletrodutos de 6 polegadas.

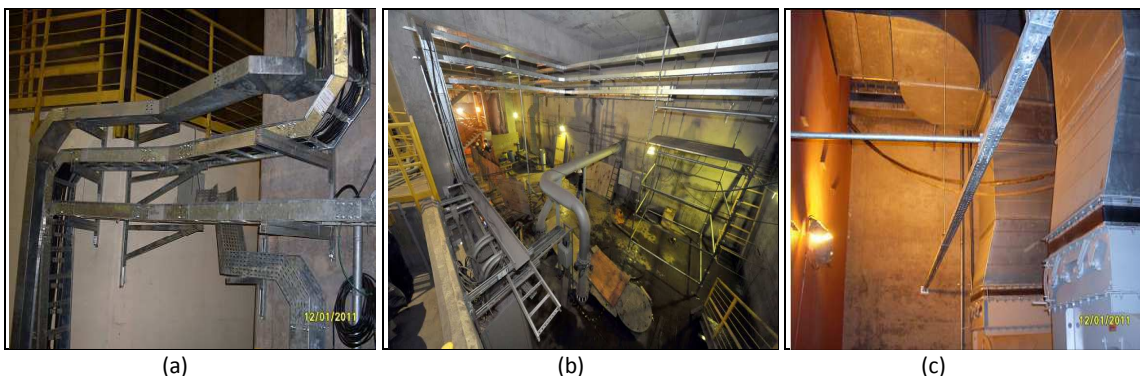


Figura 7. (a) Leitos Para cabos de Comando, Média e Baixa Tensão (a) Eletrocalha para cabos dielétricos, instrumentação e rede. (c) Perfilados da montagem da iluminação da sala dos moto-ventiladores.

3.2 Fixação de 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 8.

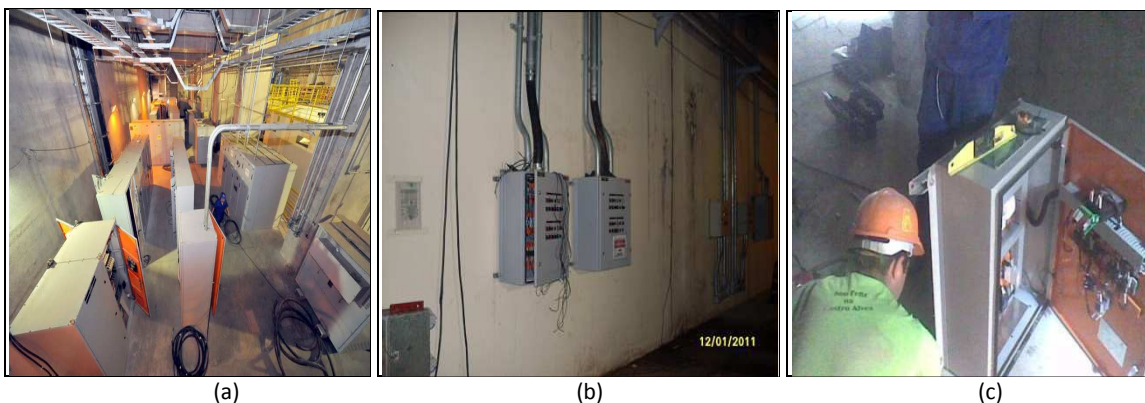


Figura 8. Fixação de painéis, (a) e (b) Painéis da Casa de força e (c) Painéis da galeria da Barragem da UHE SJ.

3.3 Aterramentos

O aterramento das estruturas metálicas deve ser feita para garantir a integridade física dos operadores, pois em uma Usina Hidrelétrica a energização dos equipamentos elétricos é feita gradativamente, à medida que feita a conexão dos cabos de força entre carga e fonte alimentadora, seja a alimentação fornecida pela própria rede, por banco de baterias, por gerador diesel ou central geradora.

Na UHE São José foram feitos aterramentos de painéis, barramentos dos painéis, carcaças dos motores elétricos, encaminhamentos metálicos e cabos de comando. A blindagem dos cabos de comando foi aterrada em uma de suas extremidades para servir de referência de atuação do sistema de proteção, assim como uniformizar o campo diminuindo as perdas de tensão devido ao comprimento dos mesmos. Cabos de cobre nu rígidos de 70mm^2 e 35mm^2 e cabos flexíveis de 6mm^2 e 10mm^2 foram utilizados para aterramentos das estruturas metálicas, barramentos de terra dos painéis e bombas, onde todos os aterramentos foram interligados à malha de terra da UHE SJ. Na figura 9 segue o aterramento realizado em algumas estruturas metálicas.

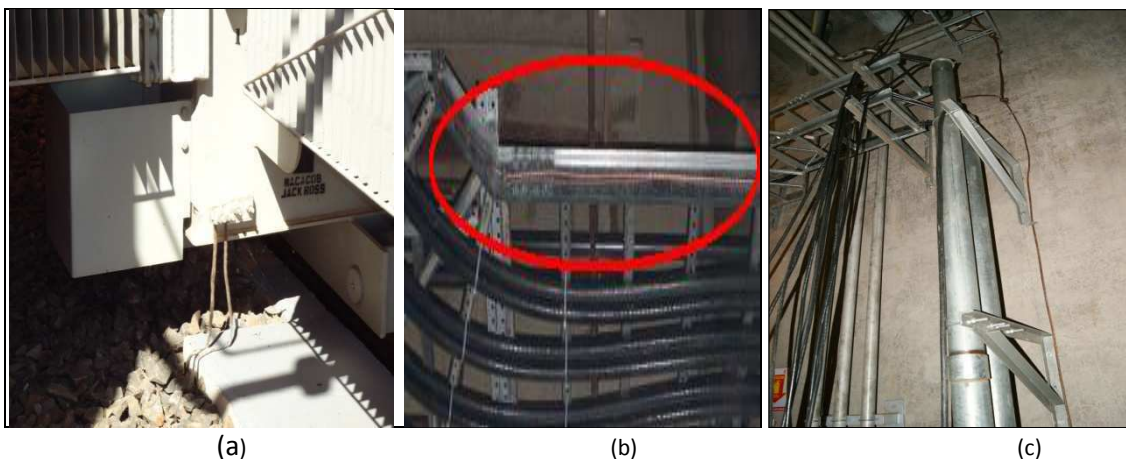


Figura 9. Aterramento (a) da carcaça do transformador elevador, (b) e (c) dos encaminhamentos metálicos da UHE SJ.

3.4 Passagem de Cabos

A passagem de cabos é a parte onde se demanda maior consumo de tempo nas atividades, pois dependendo da sua área de secção e comprimento um elevado número de pessoas devem ser direcionados para que se tenha um bom rendimento.

Na planilha de lançamento de cabos, segundo o projeto, tinham-se as identificações do comprimento e os tipos de cabo a serem cortados. Por meio de inspeção da planilha de bobina e da bitola do cabo, os mesmos eram cortados. Logo em seguida, os cabos eram identificados provisoriamente em suas extremidades através de identificação de origem e destino (TAGs), posteriormente seus lançamentos foram realizados segundo a classificação dos encaminhamentos (comando, força, instrumentação, fibra óptica e rede). Os cabos eram passados e separados, conforme apresentados nos projetos dos encaminhamentos, até os painéis onde seriam interligados. Apresenta-se na figura 10 e Tabela 1 os encaminhamentos e a planilha de lançamento de cabos respectivamente.

Identificação	Bitola	Origem	Destino	Percurso	Comprimento
Colunas1	Colunas2	Colunas3	Colunas4	Colunas5	Colunas6
F 1022	3C x10 mm ²	CCMU1	BIME21	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
F 1023	3C x 4 mm ²	CCMU1	BIME22	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
F 2011-A	1C x 25 mm ²	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 2012-B	1C x 25 mm ²	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 1022-C	1C x 25 mm ²	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
F 1022-N	1C x 25 mm ²	QDCF	QRT1	L023-L026-L034-L038-L042-L045-L4701-E101	26 metros
C 1014	8C x 1 mm ²	CCMU1	QVVAR1	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25metros
C 1015	8C x 1,5 mm ²	CCMU1	QVVAR1	L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	25 metros
C 2016	4C x 1,5 mm ²	CCMU2	QVVAR2	L021-L023-L025-L035-L39-L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	31 metros
C 2017	12 x 1,5 mm ²	CCMU2	QVVAR2	L021-L023-L025-L035-L39-L044-L045-L043-L027-L025-L019-E201-E205	31 metros

Tabela 1. Planilha de lançamento de cabos elétricos.

Uma atenção maior era dada aos cabos de Média Tensão, pois correntes elevadas circulam entre as fases. Devido a isto os cabos eram lançados formando um trifólio a fim de manter o equilíbrio das induções mútuas entre as fases, como mostrado na figura 9 (b).

3.5 Interligação de Painéis e Quadros

A interligação de painéis é feita após a passagem das extremidades dos cabos para os seus respectivos painéis, transformadores ou geradores diesel. Cada condutor passa a ocupar seu ponto definido através das planilhas de interligação, de forma a se ter um bom funcionamento dos equipamentos de controle ou barramentos de tensão.

Após os cabos lançados, o processo de decapagem dos condutores foi iniciado, sendo feito em seguida o uso de uma planilha de interligação de cabos pertencentes a cada painel, que são mostradas as interligações feitas nos painéis e entre painéis, assim como o local onde as veias condutoras eram conectadas, conforme os barramentos, régua e os bornes. Um exemplo destas planilhas segue na figura 3.

TAG	ORIGEM RÉGUA	SINAL TIPO	FORMAÇÃO DO CABO	IDENTIFICAÇÃO CABO / FIO	DESTINO		REV
					QUADRO	RÉGUA	
05CA-27CCQPSA	XE:3	EB	4C X 1,0	C5089-01	QSGU	112IE:C6	
	XE:1			C5089-02		112IE:A14	
	B. TERRA			BLINDAGEM		B. TERRA	
05CA-43LRQPSA-RE	XE:7	EB	4C X 1,0	C5089-03	QSGU	112IE:C5	
	XE:8					112IE:A13	
05CA-52TSA1-CF	XE1:1	SB	4C X 1,5	C5090-01	QSGU	311IS:C2	
	XE1:2			C5090-02		311IS:D2	
	B. TERRA			BLINDAGEM		B. TERRA	
05CA-52BSA12-CA	XE3:3	SB	8C X 1,5	C5101-03	QSGU	311IS:C10	
	XE3:4			C5101-04		311IS:D10	
05CA-52TSA2-CF	XE3:8	SB	8C X 1,5	C5101-05	QSGU	311IS:C5	
	XE3:9			C5101-06		311IS:D5	
05CA-52TSA2-CA	XE3:10	SB	8C X 1,5	C5101-07	QSGU	311IS:C4	
	XE3:11			C5101-08		311IS:D4	
F5102-A	52TSA1:2	F	1C X 240,0	F5102-A	TSA1	X1	
F5102-B	52TSA1:4	F	1C X 240,0	F5102-B	TSA1	X2	
F5102-C	52TSA1:6	F	1C X 240,0	F5102-C	TSA1	X3	

JUMPERS DOS CABOS

C5089-02: XE:1 e XE:8

C5098-02: XE2:15, XE2:18 e XE2:21

C5099-02: XE2:37 e XE2:38

C5100-02: XE2:42 e XE2:43

C5102-02: XE3:15 e XE3:18

C5103-02: XE3:34, XE3:35, XE3:38 e XE3:39

Figura 10. Fonte ENGEVIX (2010). Adaptação (2011). Planilha de Interligação de painéis do Quadro Principal dos Serviços Auxiliares (QPSA) da Casa de Força da UHE SJ.

Levando em consideração o tipo de cabo e onde seriam interligados, fez-se uso de terminais de compressão tipo olhal, agulha e garfo, dando-se em seguida um corte no cabo de forma a se obter um acabamento dos chicotes formados dentro dos painéis com auxílio de braçadeiras tipo Nylon. As identificações (Tags) provisórias eram retiradas e substituídas por Tags definitivos e anilhas, onde se mostram a origem e destino do cabo, sendo na figura 11 apresentadas as partes constituintes de um painel e a interligação dos mesmos.

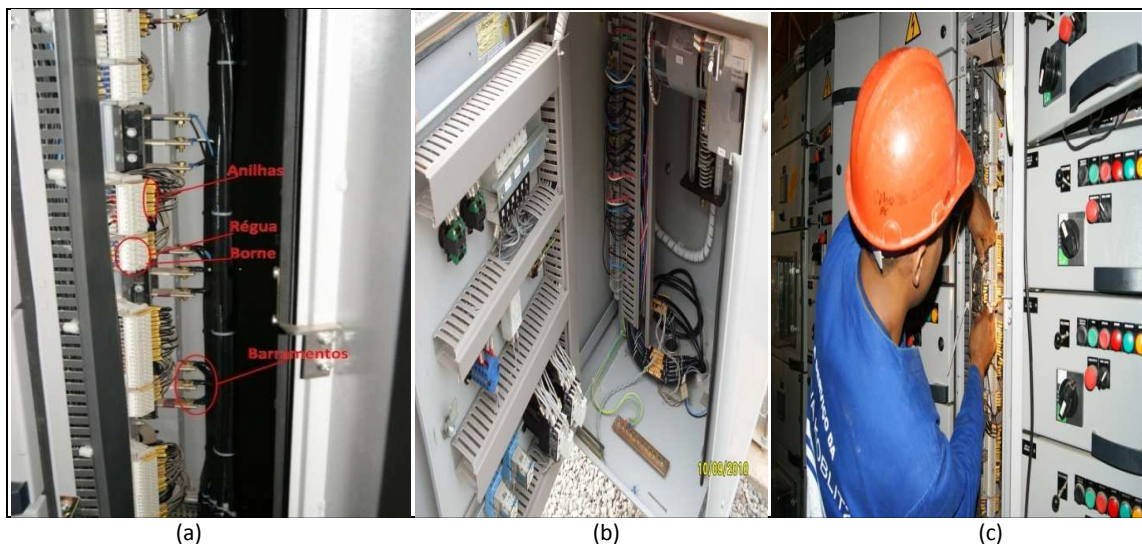


Figura 11. (a) Régua, borne, anilhas e barramentos de força, (b) e (c) interligações de painéis da subestação e casa de força respectivamente.

3.6 TERMINAÇÕES CONTRÁTEIS (MUFLAS)

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. Na figura a seguir são mostradas as muflas nos cabos de Média Tensão da UHE São José-RS.

Estes terminais, muflas, foram colocados nas terminações dos cabos de Média Tensão (MT) com o objetivo de fazer uma transição suave nos campos elétricos devido a uma brusca mudança de permeabilidade elétrica dos isolantes, ficando sob nossa responsabilidade a conexão destes terminais. A interrupção do isolamento sólido do cabo de MT provoca uma concentração das linhas de campo que pode danificar o isolamento.



Figura 12. Terminações Contráteis (a) Transformador auxiliar e (b) Transformador Elevador. Fases R, S e T. UHE São José-RS.

3.7 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

Sistema de proteção contra descargas elétricas atmosféricas são equipamentos de proteção que atuam quando ocorrem descargas atmosféricas nas linhas que interligam a subestação ao transformador, que tende a danificar as buchas dos transformadores, ocasionando a queima do equipamento quando não colocados de forma correta para suportar as magnitudes das correntes geradas por descargas atmosféricas.

A fabricação do suporte e a instalação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas do transformador de Elevador de Tensão foi outra atividade realizada, em que foram posicionados conforme apresentado no projeto. A elevação do suporte foi reajustada de 37 cm para 76 cm da distância do tanque de dilatação do óleo, pois os terminais do pára-raios de 69 kV estavam próximos da estrutura metálica do transformador elevador e por medida de prevenção contra formação de arco voltaico foi feita esta alteração. Sendo feita também a sua conexão a malha de aterramento com cabos de cobre nu de 35mm^2 , passando-os por tubos de PVC de $1\frac{1}{2}$ polegada. Na figura 13 têm-se as etapas de montagens do SPDA.

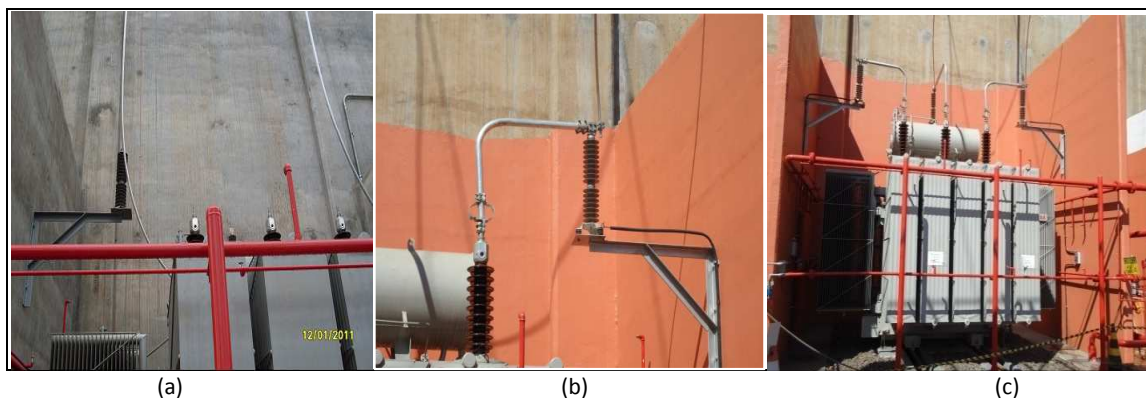


Figura 13. SPDA do Transformador Elevador de Tensão da UHE. (a) Fixação do suporte, (b) Conexão do condutor a linha 69 kV e (c) Finalização com fechamento na malha de terra.

3.8 Iluminação

Sendo a iluminação um fator importante e indispensável para realização das atividades noturnas e de manutenção da UHE São José as montagens foram realizadas por etapas.

Nessas etapas, foram feitos acompanhamentos das montagens da iluminação da Usina, tendo-se de início a montagem da iluminação da sala de banco de baterias, sala de moto ventiladores e do setor administrativo, onde foram feitas a partir de perfilados e eletrodutos, sendo estes, seguidos de juntas de dilatação quando utilizados na galeria da barragem.

Na sala de baterias foram utilizadas luminárias de proteção anti-explosiva. Já na sala de moto ventiladores foram utilizadas luminárias tipo calha refletora. No vertedouro fez-se uso de blocos autônomos. Na galeria da barragem foram utilizadas luminárias blindadas e luminárias de emergência, com autonomia de 2 horas em caso de falha na iluminação normal. Conforme a distância e cargas distribuídas nos circuitos, cabos de 10 mm^2 , 6 mm^2 , 4 mm^2 e de 2 mm^2 foram utilizados. Na figura 14 é mostrado alguns setores onde a montagem da iluminação foi realizada.





Figura 14. Iluminação (a) setor administrativo, (b) galeria da barragem, (c) subestação e (d) grupo gerador diesel.

3.9 Elaboração de Relatórios

A elaboração de relatório é necessária para acompanhamento das atividades que estão em andamento e quais já foram concluídas, além de ser um documento utilizado pela empresa para solicitação de aditivos de atividades extra-contrato. Nestes relatórios são colocados como observação falta de material e paralisação das frentes de serviços devido ao desligamento de energia da usina ou atraso por não conformidade do projeto.

Todas as atividades realizadas eram repassadas ao nosso cliente BM Engenharia, descritas sobre a forma de relatórios diários de obra RDO's, colocando os funcionários presentes no dia, assim como os horários de entrada e saída. Relatórios de serviço de fora de escopo também eram gerados, a pedido do cliente. Quando atividades extra-contrato eram realizadas, eram colocados os nomes dos colaboradores, cargo, horário de início e término para serem feitos aditivos pelas atividades fora do escopo do contrato. A seguir na figura 15 têm-se exemplos dos relatórios elaborados durante o estágio.

DATA:		26 / 10 / 10				
FOLHA:		1				
		SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO FORA DO ESCOPO				
CLIENTE:	UHE São José (ArevaKoblitz) Casa de Força		UF: RS			
RESPONSÁVEL:	CIDADE:	Cerro Largo				
	CARGO:	Engenheiro de Campo				
DRT	NOME DO FUNCIONÁRIO	FUNÇÃO	MANHÃ	TARDE	NOITE	TOTAL DE HORAS
			ENTRADA SAÍDA	ENTRADA SAÍDA	ENTRADA SAÍDA	TOTAL
	Uzinaldo B da Silva	Eletricista	08:00 12:00	14:00 17:00		
	Geckson T. O. Silva	Aux. Eletricista	8:00 12:00	14:00 17:00		
	Fabiano dos Santos	Aux. Eletricista	10:00 12:00			
RELATORIO DOS SERVIÇOS						
ITEM	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES/FISCALIZAÇÃO				
	Início do torqueamento dos barramentos dos painéis QPSA, QDCF e PNMT1 da cota 131,90.	A pedido da AREVAKOBLITZ foram liberadas as frentes para prestação de serviço nos painéis da Schneider.				
VISTO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO:		VISTO DO CLIENTE:				

DATA:		01 / 11 / 10				
FOLHA:		1 / 2				
		REGISTRO DIÁRIO DE OBRA				
CLIENTE:	UHE SÃO JOSÉ (ArevaKoblitz)		UF: RS			
RESPONSÁVEL:	CIDADE:	Cerro Largo				
Ewton Vieira	CARGO:	Engenheiro de Campo				
DRT	NOME DO FUNCIONÁRIO	FUNÇÃO	MANHÃ	TARDE	NOITE	TOTAL DE HORAS
			ENTRADA SAÍDA	ENTRADA SAÍDA	ENTRADA SAÍDA	TOTAL
1	José Muniz	Engenheiro				
2	Ademário Vericimo	Eletricista	7:30 12:30	13:30 22:30		
3	Edson Antônio	Eletricista	7:30 12:30	13:30 22:30		
4	Uzinaldo Brandão	Eletricista	7:30 12:30	13:30 19:30		
5	Felipe Araújo	Eletricista				
6	Albertino Gomes	Soldador	7:30 12:30	13:30 19:30		
7	Elvis Simões	Aux. Eletricista	7:30 12:30	13:30 22:30		
23	Alberto Henrique	Est. Engenharia	7:30 12:30	13:30 19:30		
24	Vinicius Almeida	Aux. Adm.	7:30 12:30	13:30 17:30		
RELATORIO DOS SERVIÇOS						
ITEM	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES/FISCALIZAÇÃO				
01	Limpeza dos piso 124,90, 131,90 e 138,90;					
02	Passagem de cabos força para edículas do vertedouro, piso 157,90.					
03	Finalização da infra-estrutura do painel QDCC3, piso 138,90;					
04	Continuação da montagem da infra-estrutura dos tanques ROOL e ROOS, piso 146,90;					
05	Continuação da interligação dos painéis das edículas do vertedouro;					
06	Transporte da gaiola do pátio da casa de força para parte interna da mesma;					
07	Transporte de painel do canteiro AREVAKOBLITZ para casa de força, piso 124,90					
08	Alocação de painéis do piso 124,90.					
09	Continuação da montagem da infra-estrutura do auxiliar mecânico e QLN1, piso 124,90;					

(a)

(b)

Figura 15. Relatórios de (a) solicitação de serviços fora de escopo e (b) registro diário das atividades.

4. Conclusão

Durante as atividades realizadas no estágio foram abordados conhecimentos adquiridos durante o período acadêmico no curso de Engenharia Elétrica da UFCG, além da oportunidade de trabalhar com grandes profissionais da área, concatenando-se conhecimentos teóricos à prática. Lições de comportamento interpessoal, noções de coordenação e liderança de grupo também se fizeram presente.

A integração do profissional ao mercado de trabalho após a realização do estágio integrado torna-se uma transição mais sólida, vinculando conhecimentos de aspectos técnicos, assim como uma visão geral dos processos de organização do trabalho e da empresa, trazendo segurança em qualquer atividade realizada.

O período de estágio, com atividades de supervisão e coordenação da montagem elétrica de uma UHE foram de grande importância para o crescimento profissional. Além da integração com profissionais de outras empresas, houve a oportunidade de tomar decisões rápidas de forma correta, contribuindo de forma significativa para formação profissional do engenheiro eletricitista.

5. Bibliografia

VISACRO FILHO, Silverio. Aterramentos Elétricos. 1ª edição .São Paulo: Editora Artliber, 2002.

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

MAMEDE FILHO, João. Manual de Equipamentos Elétricos. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora LCT, 2005.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 14ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, ABG . Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno e das Águas do Reservatório Usina Hidrelétrica São José. Volume I. Porto Alegre, Agosto, 2010.

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

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