

**Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Departamento de Engenharia Elétrica**



**Relatório de Estágio Supervisionado  
Empresa: Itaipu Binacional**



**Aluno: Diego Perazzo Creazzola Campos  
Orientador: Luis Reyes Rosales Montero**

**Campina Grande  
Novembro de 2008**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

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



## Relatório de Estágio Supervisionado

### **Empresa: Itaipu Binacional**

*Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.*

---

Diego Perazzo Creazzola Campos  
Aluno

---

Luis Reyes Rosales Montero  
Orientador

Campina Grande  
Novembro de 2008

## Índice

1	INTRODUÇÃO .....	4
2	OBJETIVOS .....	5
3	Unidades Geradoras .....	6
4	Subestação Isolada a Gás (GIS) .....	12
5	DEPARTAMENTO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA .....	14
5.1	Divisão de Estudo Elétricos .....	15
5.1.1	Fluxo de Potência .....	17
6.1.2	Proteção .....	20
5.1.2	Estabilidade .....	20
5.2	Divisão de Hidrologia .....	20
5.3	Divisão de Programação e Estatística .....	25
5.3.1	Planejamento da Operação .....	26
5.3.2	Disponibilidade energética de Itaipu a longo prazo .....	28
5.3.2	Planejamento da Operação .....	28
5.4	Estatística da Operação .....	29
5.4.1	Relatório mensal da operação .....	32
5.4.2	Relatório Trimestral .....	33
5.4.3	Programação da operação .....	34
5.4	Divisão de Operação do Sistema .....	36
5.4.1	Setor de Pré-Despacho .....	39
6	Departamento de Operação da Usina .....	43
6.1	Setor de Pré Operação da Usina .....	44
6.2	Setor de Pós Operação da Usina .....	45
6.3	Setor de Revisão e Ensaios .....	50
6.3.1	Participação da Operação nas atividades de revisão de unidades .....	51
7	Atividades Desenvolvidas .....	52
7.1.1	Catologação dos painéis de usina .....	54
7.1.2	Acompanhamento do ensaio em carga do grupo de geradores diesel do serviço auxiliar: .....	55
7.1.3	Acompanhamento do ensaio de incendio do trafo de 18/500 kV .....	56
7.1.4	acompanhamento da manutenção da barra estatórica da unidade 10 .....	57
7.1.5	Acompanhamento em diversas isolações de equipamentos para realização de manutenção e medições de rotina na gis; .....	58

7.1.6 Acompanhamento na ccr(central control room) das atividades em tempo real.....	59
8 Preservação ao Meio Ambiente .....	59
9 Itaipu no Cenário Nacional.....	62
9.1 Balanço de Energia .....	62
9.2 Produção e Carga Regionais e Intercâmbios Verificados.....	63
9.3 Itaipu e a Possibilidade de Apagão.....	64
9.3.1 O passado e as causas do apagão.....	65
9.3.2 O presente e a discussão em torno do apagão.....	66
9.3.3 O futuro e a possibilidade de um novo apagão .....	67
10 CONCLUSÕES.....	68
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
12 Fluxogramas .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho desenvolvido foi realizado na Usina Hidrelétrica de Itaipu localizada no Rio Paraná, no trecho de fronteira entre o Brasil e o Paraguai, 14 km ao norte da Ponte da Amizade. A área do projeto se estende desde Foz do Iguaçu, no Brasil, e Ciudad del Este, no Paraguai, ao sul, até Guaíra (Brasil) e Salto del Guairá (Paraguai), ao norte.

A Usina Hidrelétrica de Itaipu, a maior em operação no mundo, é um empreendimento binacional desenvolvido pelo Brasil e pelo Paraguai. A hidrelétrica é resultado de intensas negociações entre os dois países, que ganharam impulso na década de 60. Em 22 de junho de 1966, os ministros das Relações Exteriores do Brasil, Juracy Magalhães, e do Paraguai, Sapena Pastor, assinaram a "Ata do Iguaçu", uma declaração conjunta que manifestava a disposição para estudar o aproveitamento dos recursos hidráulicos pertencentes em condomínio aos dois países, no trecho do Rio Paraná "desde e inclusive o Salto de Sete Quedas até a foz do Rio Iguaçu". Em 26 de abril de 1973, Brasil e Paraguai assinaram o Tratado de Itaipu, instrumento legal para o aproveitamento hidrelétrico do Rio Paraná pelos dois países. Em maio de 1974, foi criada a entidade binacional Itaipu, para gerenciar a construção da usina. O início efetivo das obras ocorreu em janeiro do ano seguinte.

A potência instalada da Usina é de 14000 MW (megawatts), com 20 unidades geradoras de 700 MW cada, dez do Paraguai (gerando em 50Hz) e dez do Brasil (gerando em 60Hz). A primeira unidade geradora de Itaipu entrou em operação em 5 de maio de 1984. Primeiramente 18 unidades geradoras foram sendo instaladas ao ritmo de duas a três por ano. A 18ª entrou em operação em 9 de abril de 1991. Só ano passo é que as duas últimas unidades foram instaladas. Hoje

a Itaipu conta com 20 unidades, capacidade máxima, o que ampliou sua capacidade instalada de 12600 MW para 14000 MW. Atualmente, Itaipu é responsável pelo suprimento de 91% da energia elétrica consumida no Paraguai e 25% de toda a demanda do mercado brasileiro.



Figura 1-Usina hidrelétrica de Itaipu.

## 2 OBJETIVOS

No estágio realizado, teve-se como objetivo principal:

- Conhecimento das instalações;
- Acompanhamento das atividades dos Departamento de Operação da Usina e do Operação do Sistema de Itaipu;

- Conhecimento de um ambiente de trabalho binacional.

### 3 Unidades Geradoras

Atualmente a Itaipu conta com 20 unidades geradoras de 737 MVA cada. Por questões políticas, o sistema elétrico paraguaio opera na frequência de 50Hz e o brasileiro em 60Hz, dessa forma, nove unidades geradoras operam em 50Hz e as outras nove operam em 60Hz. As peças dos geradores são 50% fabricadas pela SIEMENS e 50% pela ABB. A Tabela 1 mostra os dados de placa de uma das unidades geradoras.

Turbina Hidráulica Tipo Francis	
Queda Nominal	112,9 m
Rotação	92,3 rpm
Vazão Nominal	690 m <sup>3</sup> /s
Potência Nominal	715 MW
Início de Operação	1986
Gerador Síncrono	
Número	SP-12252
Tipo	MAVF1600/326/78
Frequência	60 Hz
Potência Nominal	737 MVA
Potência Máxima	766 MVA
Potência sem resfriamento a H <sub>2</sub> O	200 MVA
Fator de Potência	0,95
Tensão Nominal	18 KV ±5%



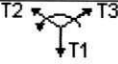
Corrente Nominal	23639 A
Corrente Máxima	24569 A
Ligação do Estator	
Número de Fases	3
Corrente de excitação Nominal	3500 A
Tensão de Excitação Nominal	409 V
Tensão de teto de excitação	2250 V
Rotação Nominal	92,3 rpm
Rotação de Disparo	170 rpm
Constante de Inércia	5,07 WSVA
GD <sup>2</sup>	320000 tm <sup>2</sup>
Temperatura máxima de operação com temperatura de H <sub>2</sub> O de resfriamento a 30°C:	
Enrolamento do Estator	85 °C
Enrolamento do Rotor	100 °C
Classe de Isolação	F
Peso do Rotor Completo	2037 t
Peso do Estator Completo	692 t
Peso Total	3558 t
Regime de Trabalho	Contínuo
Normas ONSI C50-1-1977 IEEE 115-1965 IEC 34-1-1969.	
Local e ano de fabricação: Brow Boveri, Osasco, SP – 1986.	
Contrato 562/78	

Tabela 1: Dados de placa da unidade 14.

A Figura 2 mostra as escovas de alimentação do rotor do gerador que em operação gira a 92,3rpm com uma tensão de excitação de 409V.



Figura 2- Escovas de alimentação do rotor.

Obs.: Na Figura 2, as escovas foram retiradas dos suportes para evitar o desgaste do anel coletor do rotor, que em manutenção, fica alguns dias parado.

Para que um gerador seja ligado, é necessário que o mesmo seja sincronizado no sistema, pois o mesmo é interligado com os outros geradores. Para sincronizar o gerador é necessário que o mesmo tenha as seguintes características em comum com as outras unidades:

- Mesmo valor de tensão;
- Mesma frequência;
- Mesma forma de onda;
- Mesma fase;

- Mesma seqüência de fase.

De acordo com a Tabela 1, pode-se verificar que a tensão de saída do gerador é de 18KV. Ao sair do gerador, a tensão é elevada para 500 KV por meio de transformadores monofásicos, sendo o gerador trifásico, cada unidade contém três transformadores elevadores. A Figura 3 mostra um esquema simplificado da transmissão e a Figura 4 mostra um transformador da unidade (TU).

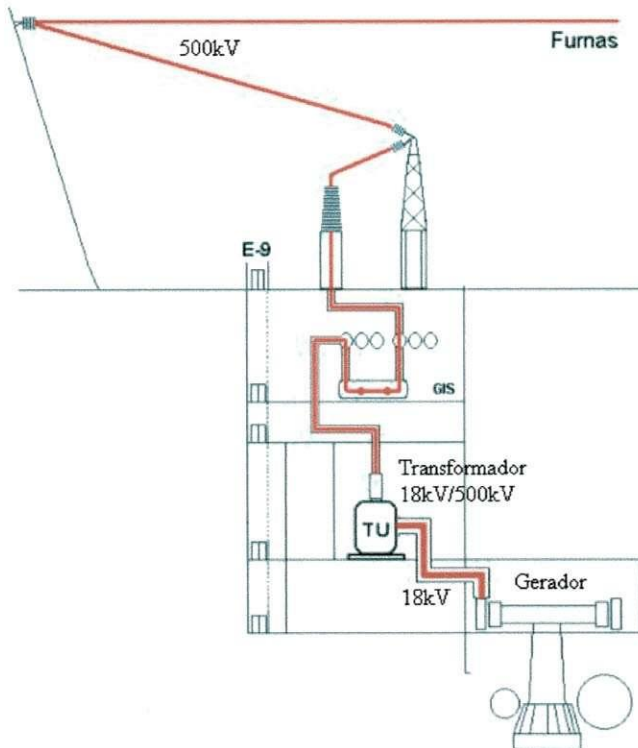


Figura 3: Esquema simplificado da saída do sistema de transmissão da usina.

Obs.: Na Figura 3, E9 é o número do elevador e GIS é a subestação isolada a gás (página 13).



Figura 4- Transformador elevador (18KV / 500KV).

Um fator muito importante que deve ser considerado nos geradores de grande potência é o seu resfriamento. Os geradores da usina de Itaipu possuem no estator um sistema de resfriamento a água pura que possibilita a geração de grandes potências, se não houvesse o resfriamento a água pura, só seria possível gerar 200 MW em vez de 700MW. Todos os geradores e transformadores da usina possuem sistemas de proteção (fabricado pela SIEMENS) contra qualquer tipo de defeito elétrico, além do sistema antiincêndio que é projetado para atuar depois da proteção elétrica. As proteções existentes são:

- Proteção contra falha a terra;
- Proteção contra sobretensão;
- Proteção de mínima impedância;
- Proteção contra perda de excitação;
- Proteção contra carga desbalanceada;

- Proteção contra refluxo;
- Proteção de sobrecorrente de neutro do transformador principal;
- Proteção de sobrecorrente do transformador de serviços auxiliares;
- Proteção contra desequilíbrio de tensões;
- Proteção contra falha de disjuntor.

Em 1995 também foi criada a Comissão de Plano de Ação de Emergência, com a finalidade de estudar o risco de contingências. A análise do risco é estudada com o objetivo de identificar as causas dos acidentes e determinar as medidas preventivas ou corretivas.

Os planos atualmente em processo de implantação são:

- Incêndio nos transformadores principais;
- Inundação da elevação 57,25 (altura em relação ao nível do mar);
- Rompimento do servomotor do vertedouro;
- Incêndio nos painéis de serviço auxiliar;
- Plano de cheias;
- Incêndio nos transformadores da subestação da margem direita (SEMD);
- Incêndio no canal de desvio;
- Incêndio no gerador diesel;
- Incêndio nas unidades geradoras;
- Embarcação a deriva;
- Incêndio no edifício de produção;
- Queda de torre de transmissão;
- Incêndio na sala de baterias;
- Incêndio na galeria de cabos;



- Incêndio nos tanques de óleo isolante;

Um outro sistema muito importante para o melhor funcionamento das máquinas é o SOM (sistema de operação e manutenção). O SOM é um sistema computadorizado que serve para facilitar o registro e o agendamento da manutenção nas máquinas.

#### **4 Subestação Isolada a Gás (GIS)**

A subestação da hidrelétrica de Itaipu está localizada dentro da própria usina (Figura 5). Isso só foi possível devido a isolação fornecida pelo gás SF<sub>6</sub> que a uma distância de apenas 10cm tem a capacidade de isolar 500KV. As Figuras 6 e 7 mostram a localização dos dispositivos na subestação.



Figura 5: Subestação isolada a gás (GIS).

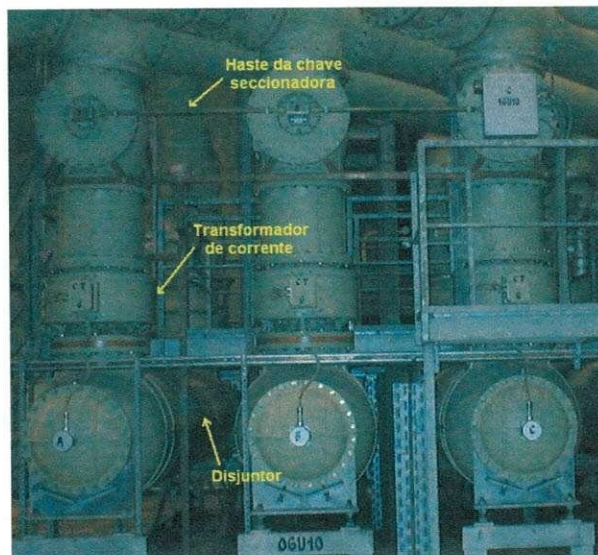
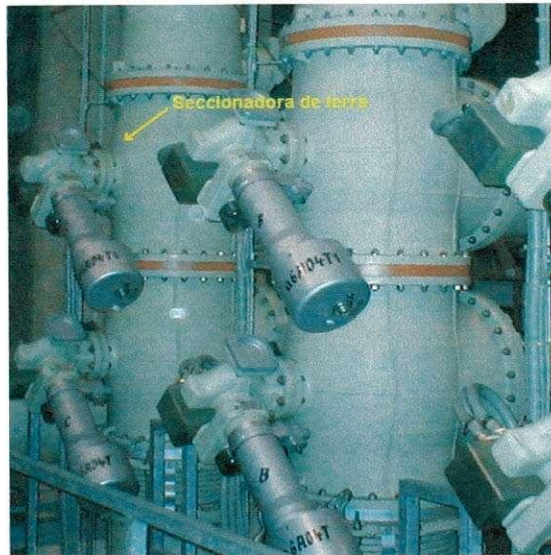


Figura 6: Localização dos dispositivos na subestação.



Figura 7: Pára-raios da GIS.

## **5 DEPARTAMENTO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA**

É responsável pela coordenação, supervisão e execução, em tempo real da operação interligada nos aspectos energéticos, elétricos hidráulico. O departamento de operação do sistema de Itaipu está dividido em:

- Divisão de Estudos Elétricos e Normas (OPSE.DT);
- Divisão de Operação do Sistema (OPSO.DT);
- Divisão de Estudos Hidrológicos e Energéticos (OPSH.DT);
- Divisão de Programação e Estatística (OPSP.DT).

Todas as ações desenvolvidas em Itaipu devem ser minuciosamente



estudadas, a fim de não prejudicar seu perfeito funcionamento. Desta forma a Divisão de Estudos Hidrológicos e Energéticos fornecem dados suficientes para a Divisão de Programação, que fará toda a programação energética, posteriormente informando ao despacho. Além disso são elaborados estudos de desligamentos, tanto na central, quanto no sistema, com o intuito de minimizar os impactos na condução da energia.

A Operação em tempo real, tem por objetivo garantir a integridade de equipamentos e segurança pessoal, sempre mantendo a confiabilidade e qualidade do serviço prestado, através da coordenação ou supervisão de programas estabelecidos, ou até mesmo reprogramando a operação em desenvolvimento.

A necessidade de uma estrutura complexa e muito bem organizada, se dá pela estrutura da Central Hidrelétrica de Itaipu, que possui geração em dupla frequência, porte da central e das unidades, além da localização (rio Paraná) envolvendo três países (Brasil, Argentina e Paraguai) e assim possuindo algumas exigências.

## **5.1 Divisão de Estudo Elétricos**

A divisão de estudos elétricos tem a função de fornecer subsídios para o despacho operar o sistema, determina as melhores condições de operação do sistema visando maximizar o recebimento e/ou geração de Itaipu sem risco de corte de carga ou dano do equipamento, respeitando sempre o critério de que o sistema deve suportar a contingência simples mais crítica (perda de uma linha).

As principais atividades da divisão de estudos elétricos são descritas a seguir:

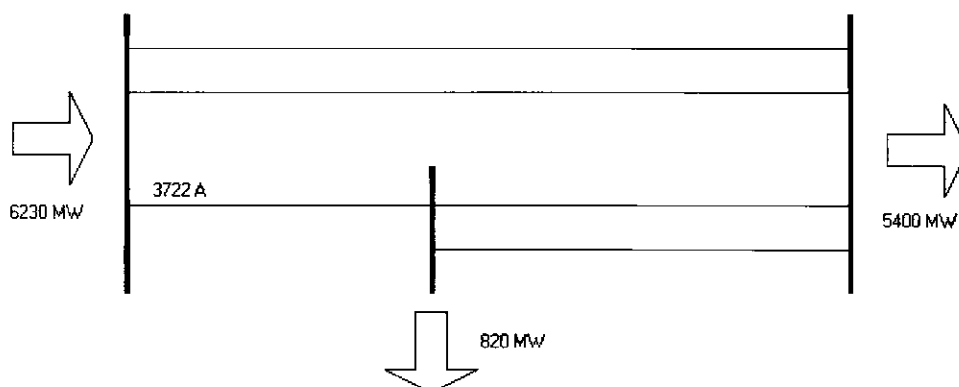
- Analisar as restrições técnicas provenientes das áreas de Manutenção e Engenharia que afetam a operação do Sistema, consolidando com aquelas áreas as limitações operativas.
- Definir filosofia, lógica e ajustes dos sistemas de regulação e proteção elétrica de equipamentos de tensão igual ou superior a 18 kV, da Usina e Subestações.
- Realizar reuniões de análise das perturbações do sistema com os Departamentos de Engenharia de Manutenção, de Operação da Usina e Subestações, de Manutenção e de Engenharia Eletrônica e Eletromecânica, consolidando as providências necessárias para otimizar o desempenho do sistema interconectado.
- Elaborar instruções, regras e normas de operação do Sistema, de caráter interno e externo, considerando também as limitações e restrições impostas pelos equipamentos da Usina e das Subestações, visando regulamentar a operação e garantir a segurança operacional.
- Elaborar relatórios de análise de perturbações no Sistema, definindo providências para otimizar seu desempenho.
- Estabelecer as diretrizes operativas, do ponto de vista elétrico, a serem consideradas pelo Departamento de Engenharia de Manutenção na elaboração do programa anual de paradas de máquinas e desconexões de linhas.
- Elaborar os manuais do SOM relativos a os procedimentos e Normas da Operação (IOPI, ROPI, etc).

Os estudos elétricos possuem algumas áreas de pesquisa, tais como :  
Fluxo de Potência, Proteção e Estabilidade

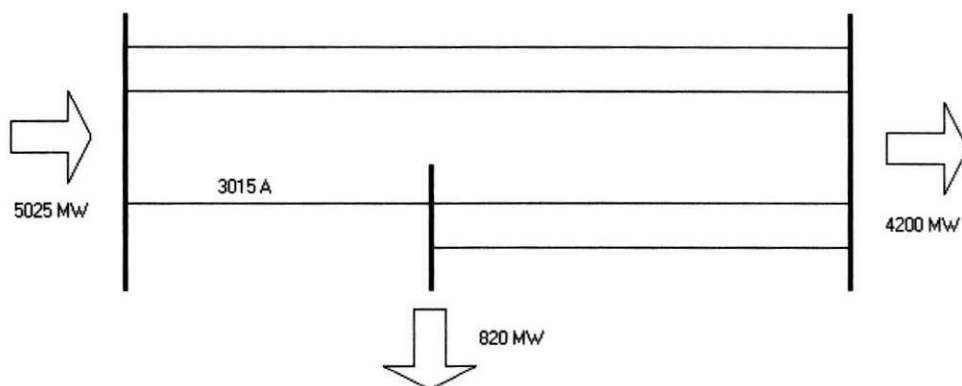
### 5.1.1 Fluxo de Potência

O fluxo de potência é utilizado para estabelecer condições em que o sistema pode operar em regime permanente, em condições normais ou sob emergências, ou seja, determina os limites de regime permanente. Para realização de fluxo de potência é utilizada a ferramenta computacional Análise de Redes – ANAREDE desenvolvido pelo CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.

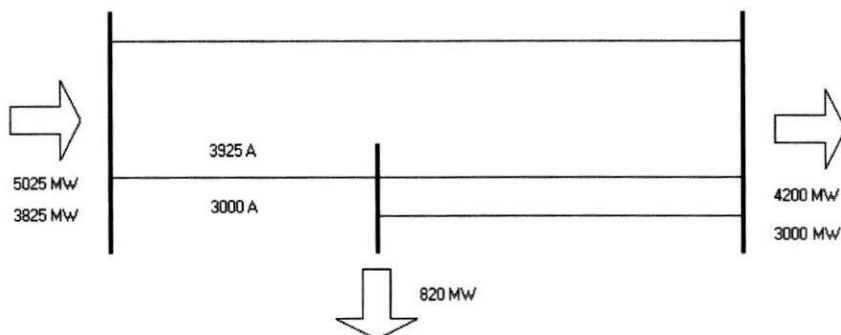
Como exemplo é mostrado o desligamento de uma linha de transmissão de Itaipu (Margem Direita 220kV), que entrega uma potência de 820 MW para Ande e 5400 MW para o sistema brasileiro. Ela pode suportar no máximo 3000A por 4 horas.



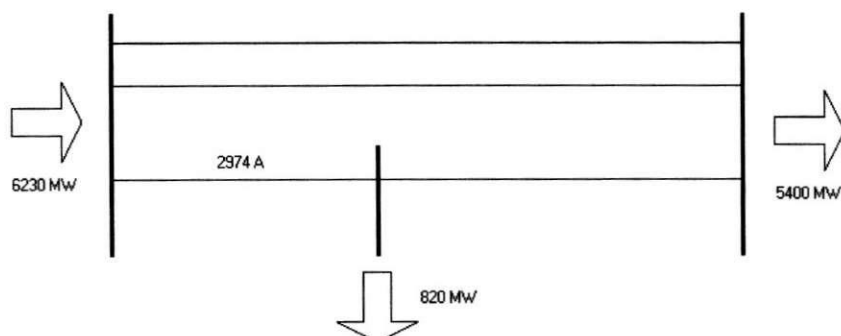
Assim, para que a corrente não ultrapasse o limite, potência fornecida terá que ser diminuída. Desta forma a potência entregue para o sistema brasileiro também será menor.



O caso anterior satisfaz o limite permitido de corrente, mas fazendo um estudo mais minucioso e aplicando o critério, no caso perda de uma linha (perda de linha mais crítica), obtêm-se uma sobrecorrente, ultrapassando os limites permitidos, ou então ocorre a necessidade de diminuir ainda mais a potência transmitida e em consequência a corrente na linha:



De acordo com a análise de fluxo, foi possível perceber que eliminar mais

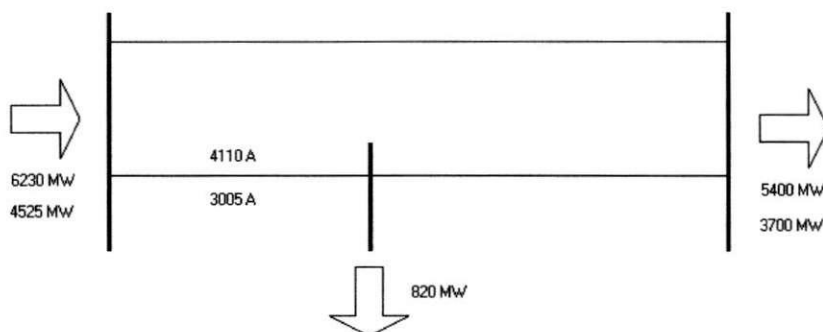




uma linha conforme mostra a próxima figura, pode ser bem vantajoso.

Na figura acima torna-se visível que, ao ser eliminada mais uma linha (linha f), foi possível transmitir a potência que se desejava a priori (6300MW), sem ultrapassar o limite de corrente.

Fazendo novamente o uso do critério (perda de uma linha) tem-se:



Percebe-se pela figura acima, que ao ser usado o critério, a eliminação da linha f, foi muito vantajoso, uma vez que antes, aplicando o critério era possível somente transmitir uma potência de 3825 MW, fornecendo 3000 MW para o sistema brasileiro. Com a eliminação da linha f, usando o mesmo critério, será possível transmitir uma potência de 4525 MW, fornecendo 3700 MW para o sistema brasileiro.

O exemplo descrito mostra como o fluxo de potência auxilia nos estudos elétricos, no caso em questão, no desligamento de uma linha de transmissão.

## **6.1.2 Proteção**

Os estudos da área de proteção são responsáveis pela parametrização dos dispositivos de proteção. Para isto desenvolvem estudos de distúrbios no sistema, através de simulações de faltas e energizações de equipamentos.

São feitos estudos dirigidos para cada tipo de proteção. São eles:

- Proteção dos geradores
- Proteção dos transformadores
- Proteção das linhas de transmissão

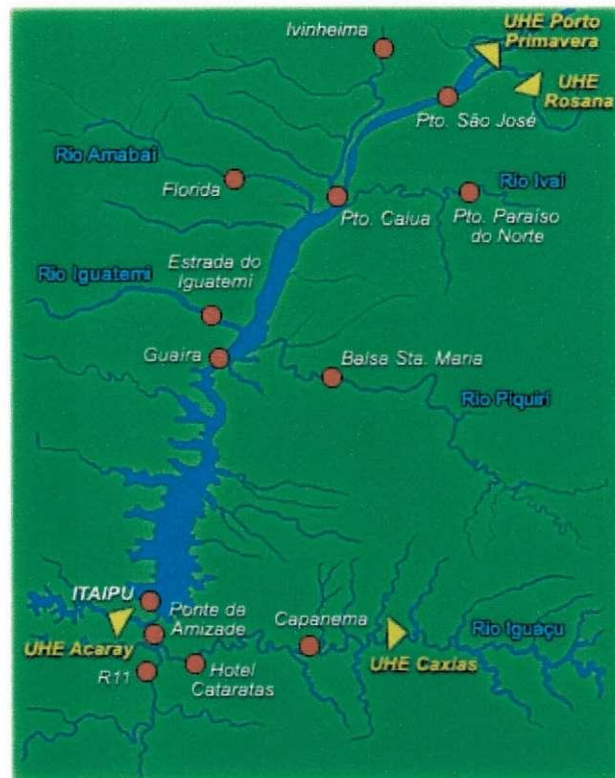
## **5.1.2 Estabilidade**

Estudos na área de estabilidade determinam as condições que o sistema pode operar em regime permanente suportando, sem risco de perda de outros elementos, as perturbações que ocorrem no sistema. Auxilia na análise de perturbações. Deste modo, determina os limites dinâmicos e define as ações automáticas de modo a tornar este limite o mais próximo possível do limite de regime permanente.

Para obter suas considerações, verifica oscilações eletromecânicas, afundamento temporário de tensão, limites de equipamentos em função do tempo, atuação de proteções, fazendo uso da ferramenta ANATEM (CEPEL).

## **5.2 Divisão de Hidrologia**

A produção energética de Itaipu está intimamente relacionada com a vazão do rio Paraná, desta forma é primordial que se haja uma previsão da vazão para a programação diária da energia gerada por Itaipu. Na figura abaixo está identificada a área de interesse para Itaipu.



Região de interesse da Divisão de Hidrologia

O rio Paraná origina-se da confluência dos rios Parnaíba e Grande, correndo inicialmente em território brasileiro na direção de sudoeste até Salto Grande das Sete Quedas, onde passa a formar a fronteira entre o Brasil e o Paraguai e a Argentina. Volta-se depois para oeste, e após receber seu principal afluente, o rio Paraguai, segue para o sul, já em território argentino, até o rio da Prata. Abrange um total de 36 bacias desde Porto Primavera (Brasil) até Carlos Antonio Lopez (Argentina).



As atribuições da Divisão de Estudos Hidrológicos e Energéticos são:

- Coletar dados hidrometeorológicos e elaborar a previsão das afluições de curto, médio e longo prazo para apoio à supervisão, programação e planejamento da operação energética, dando especial atenção às condições em que ocorrem variações excepcionais do nível, principalmente quando ocorre grandes vazões afluentes.
- Elaborar relatórios de dados hidrometeorológicos de frequência diária, mensal, anual e eventual, e trocar dados hidrometeorológicos com entidades externas.
- Executar as atividades de hidrologia de campo e operar a rede de postos hidrometeorológicos existentes, realizando as tarefas de fiscalização de contratos, medições hidrométricas e topográficas e processamento de dados obtidas.
- Efetuar os estudos energéticos, hidrológicos e hidrometeorológicos necessários para a operação.
- Estudar a operação do reservatório da Itaipu para o controle de inundações e para o atendimento das restrições hidráulicas operacionais, propondo métodos, critérios e procedimentos para sua realização e consolidação em instruções de operação hidroenergéticas.
- Operar e supervisionar o sistema de coleta de informações hidrometeorológicas.
- Participar dos estudos realizados pelo Comitê de Administração e Operação dos Contratos de Compra e Venda dos Serviços de Eletricidade da Itaipu (CADOP), no qual se refere a estudos energéticos e ao Plano Anual de fornecimento de Energia da Itaipu.

- Estabelecer as diretrizes operativas, do ponto de vista energético, a serem consideradas pelo Departamento de Engenharia de Manutenção na elaboração do programa anual de parada de máquinas e desconexões de linhas.
- Participar da elaboração do programa anual de parada de máquinas e desconexões de linhas, coordenadas pelo Departamento de Engenharia de Manutenção.
- Analisar as restrições técnicas provenientes das áreas de Manutenção e Engenharia que afetam a Operação do Sistema do ponto de vista energético, consolidando com as áreas as limitações operativas.
- Analisar e emitir relatórios sobre a operação hidroenergética de Itaipu e sobre a obediência de restrições hidráulicas operativas.
- Exercer as Atribuições Gerais e comumentes dos níveis Gerenciais.

A vazão média do rio Paraná é de 10.000 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), com valores diários que variaram entre 7.964  $m^3/s$  e 18.962  $m^3/s$ .

Diariamente a Divisão de Hidrologia informa a respeito da afluência do Rio Paraná para o período de 14 dias, sendo uma previsão para uma semana e uma indicação de tendência de valores para mais sete dias, sendo transmitida para a Divisão de Programação, onde é de suma importância para a programação diária de carga. A elaboração da previsão de afluência é dividida em três etapas: coleta dos dados das estações de medição, pesquisas meteorológicas e finalmente o uso de modelos (softwares) para a previsão da afluência do rio. Abaixo são explicadas as etapas mais detalhadamente.

Primeiramente são coletados os dados de estações de medição, onde são medidos os níveis e velocidade (vazão) três vezes ao dia: as 7:30, 12:00 e 17:00 hs. Estas informações são recebidas por Itaipu através de telefone ou rádio e de algumas estações, via satélite (sistema de telemetria) e são inseridas em um programa gerenciador de dados hidro meteorológicos, que contém para cada estação um campo para as três medições efetuadas para cada dia.

Variações meteorológicas tais como chuvas podem influenciar na afluência do rio. Sendo assim, é preciso coletar dados que influenciem no índice pluviométrico e por conseguinte na afluência de Itaipu. Nesta etapa são feitas pesquisas em páginas da internet que contenham a previsão do tempo ou imagens de satélites. As principais páginas verificadas são as páginas do INEP e a página do INPE. Nesta consulta são verificados dados como temperatura, pressão e umidade, além das nuvens e frentes frias.

De posse dos dados obtidos nas duas etapas anteriores, os dados são encaminhados para um programa integrador, que possui modelos de previsão. São utilizados os modelos estatístico e o chuva/vazão. Cada um destes modelos irá produzir uma estimativa de afluência, ficando o responsável por esta etapa, analisar ambos resultados e escolher um. Finalizando o trabalho, é emitido uma previsão horária de afluência para Itaipu. Os estudos hidrológicos são de grande valia no contexto geral, uma vez que a água é a matéria prima para a geração de energia. Além disso, a afluência deve ser devidamente controlada, devido o Acordo Tripartite (Brasil, Argentina e Paraguai), que estabelece os níveis de variação do rio Paraná em R11 ( $\pm 50$ cm por hora ou  $\pm 2$ m em 24 horas), sujeito a pesadas multas.

Outros estudos são realizados pela divisão de hidrologia, como é o caso da erosão causada no pé do vertedouro (cárie) e vem causando muita preocupação, além de estudos do relevo do rio (resíduos no fundo do leito do rio devido a erosão) através do uso de batímetros.

### **5.3 Divisão de Programação e Estatística**

A divisão de programação e estatística tem como principal responsabilidade o planejamento energético, que engloba a realização de uma previsão energética a curto prazo e médio prazo e o planejamento mensal da manutenção; assim como gerar relatórios com a finalidade de avaliar o desempenho da operação como um todo, inclusive o desempenho de equipamentos e por fim elaborar a programação diária energética. Como funções atribuídas à divisão de Estatística da Operação pode-se colocar:

- Elaborar a programação energética diária e semanal do suprimento de energia, definindo os vertimentos necessários.
- Participar dos estudos realizados pelo Comitê de Administração e Operação dos Contratos de Compra e Venda dos Serviços de Eletricidade de Itaipu (CADOP), em que se refere à programação dos suprimentos de energia e critérios de contabilização.
- Elaborar o Planejamento Trimestral de Desconexões e Ensaios dos equipamentos de geração e transmissão, em conformidade com os compromissos contratuais vigentes e considerando as necessidades das áreas de Manutenção.

- Participar das reuniões mensais de programação de suprimento de energia realizadas pela Comissão de Estudos de Critérios de Contabilização de Suprimento de Itaipu (CECOI).
- Elaborar a estatística de operação do Sistema e analisar seu desempenho, executando estudos de confiabilidade e recomendando medidas para aprimorar a operação.
- Analisar os dados consolidados referentes ao suprimento de energia, encaminhando-os à Assessoria de Planejamento e Coordenação da Diretoria Técnica.
- Analisar as restrições técnicas provenientes das áreas de Manutenção e Engenharia que afetam a programação de suprimentos, consolidando com aquelas áreas as limitações operativas.
- Exercer as Atribuições Gerais e Comuns dos Níveis Gerencias.
- Para atender as funções acima citadas a divisão de programação e estatística é dividida em:
  - Estatístico: Setor responsável pela elaboração os relatórios mensais e trimestrais, nos quais constam os índices estatísticos, recordes e a disponibilidade energética.
  - Programação da operação: Setor responsável pela programação diária e prévia semanal.
  - Planejamento da operação: Setor que elabora uma previsão energética a curto prazo.

### **5.3.1 Planejamento da Operação**

É a parte responsável pelo planejamento energético de curto e longo prazo, através da participação de reuniões com os seguintes órgãos:

*Operador Nacional do Sistema – ONS*: cuja finalidade é definir uma política energética a ser adotada considerando o custo marginal da energia, isto é, neste setor encontram-se os representantes da empresa junto ao ONS, que junto com representantes de outras empresas irão definir o planejamento energético do país;

*Comitê de Administração e Operação dos Contratos de Compra e Venda dos Serviços de Eletricidade de Itaipu - CADOP*: responsável por estudos referentes à programação dos suprimentos de energia e critérios de contabilização;

*Comissão de Estudos de Critérios de Contabilização de Suprimento de Itaipu - CECOI*: participação de reuniões mensais de programação de suprimento de energia.

Este setor também fornece o suporte de software para a programação da operação, com a implementação de programas que são úteis a programação energética diária e semanal e ao cadastro de dados e informações no setor de estatística.

Também é o responsável por analisar as restrições técnicas provenientes das áreas de Manutenção e Engenharia que possam afetar a programação, assim como elaborar o Planejamento Trimestral de Desconexões e Ensaio dos

equipamentos de geração e transmissão, em conformidade com os compromissos contratuais vigentes e considerando as necessidades das áreas de Manutenção.

### **5.3.2 Disponibilidade energética de Itaipu a longo prazo**

As disponibilidades de potência e energia de Itaipu para o Brasil e Paraguai são determinadas através do Plano Anual dos Suprimentos de Energia Elétrica de Itaipu para as Entidades Contratantes. Este documento, elaborado com periodicidade anual, tem por objetivo estabelecer as diretrizes para o planejamento energético do sistema ITAIPU - ANDE - ELETROBRÁS para o ano subsequente ao da sua elaboração. Nele, são indicados as disponibilidades de potência da UHE Itaipu e os montantes de energia associados às potências contratadas.

### **5.3.2 Planejamento da Operação**

O Planejamento da Operação Elétrica à Médio Prazo – ESTUDO ANUAL apresenta a visão do ONS sobre o desempenho elétrico do Sistema Interligado Nacional, para um período em média de um ano, neste processo de elaboração do Planejamento Anual são realizados estudos de avaliação elétrica, com a participação de representantes dos Agentes.

Os estudos consideram quatro subsistemas, correspondentes às regiões geoeletricas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Atualmente, em função de limitações na capacidade de representação do modelo NEWAVE, a

UHE ITAIPU é considerada como uma usina a fio d'água integralmente pertencente ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste. Seu consumo interno e o suprimento à ANDE em 50 Hz são adicionados à carga própria do subsistema SE/CO.

A usina de Itaipu está considerada no subsistema Sudeste/Centro-Oeste por duas razões principais. Primeiro, por estar eletricamente ligada a este subsistema e, em segundo lugar, devido à construção do sistema equivalente, uma vez que ela valoriza todo o volume armazenado nos reservatórios a montante da bacia do rio Paraná, afetando assim o dimensionamento do reservatório equivalente do Sudeste/Centro-Oeste.

#### **5.4 Estatística da Operação**

A função deste setor é cadastrar dados e informações diariamente da interconexão Ande, Furnas e Itaipu, manipular estes dados e transformá-los em índices a serem utilizados em relatórios. O principal produto das atividades desenvolvidas no pós despacho é a emissão de relatórios mensais e trimestrais. Os principais relatórios emitidos são os relatórios de síntese da operação e relatório de acompanhamento da operação.

O pós despacho é responsável por desenvolver um controle de Recordes de Geração e Suprimento, Recordes energéticos, de Demanda instantânea e horária dos sistemas paraguaio e brasileiro e dos Recordes hidrológicos. Estes



dados mensais são passados às Diretorias Paraguaia e Brasileira, nos quais informa os aspectos relevantes ocorridos em ambos sistemas, as perturbações no sistema (qualquer ocorrência na geração, transmissão e na distribuição de energia), os principais serviços de manutenção a serem realizados (em que período e que tipo de trabalho será realizado), os índices relativos ao desempenho operacional; índices anuais e mensais como exemplo.

Para cumprir tais funções pode-se colocar que as principais atividades realizadas no setor de pós despacho são as seguintes:

- Coleta e tratamento de dados pós-operação;
- Estudos de Confiabilidade;
- Análise da operação;
- Atividades de apoio a órgãos conveniados à OPS.DT;
- Atividades de apoio ao GE-05/CMO.

O setor conta com dois programas para tratamento dos dados coletados, são estes:

Gerenciador de Relatórios da Operação (GRO): É um aplicativo desenvolvido em linguagem Pascal o qual é carregado com os dados provenientes do IBM tanto de dados energéticos (geração/intercâmbio) através do SPI, quanto de dados de estado dos elementos dos sistemas de geração e transmissão.

O objetivo principal deste programa é:

- Disponibilizar dados históricos;
- Permitir acesso rápido às informações;

- Proporcionar flexibilidade para atender às atividades rotineiras.

Gerenciador de Relatórios de Estatísticas (GRE): É um software que gerencia os dados provenientes de geração/intercâmbio e dados hidrológicos, desenvolvido devido ao grande volume de informações manipulados na estatística, otimiza o processo e reduz possíveis erros quando se manipula dados de diferentes ambientes. Este software foi desenvolvido em ambiente Windows utilizando linguagem Visual Basic do Excel. Os dados são tratados na própria planilha do Excel.

Os dados a serem tratados por estes programas são coletados das seguintes fontes:

- Sinópsi Diária emitida pela OPSO.DT;
- Relatório emitido pelos despachantes;
- Sistema SOM (IBM);
- Programação Quatrimestral de Desconexões (PTD);
- Dados de Produção e Intercambio;
- Dados diários de operação;
- Relatório de análise de Perturbações (RAP) OPSE.DT;
- Principais Perturbações ocorridas no sistema interconectado Brasileiro (ONS) semanal;
- Dados hidrológicos aquisitados mensalmente da divisão OPSH.DT - Arquivo *mensal.sal*;
- Relatório de acompanhamento da operação do sistema interconectado ANDE, ITAIPU, FURNAS mensalmente (FURNAS);

- Boletim Diário Preliminar do ONS.

Desta forma os dados são inseridos nos programas Gerenciador de Estatística e Relatórios (GRE) e no GRO (Gerenciador de Relatórios da Operação) que armazenam os dados e os apresentam de forma amigável por categorias quando requerido.

Após ter-se os dados coletados e inseridos nos programas, é elaborada a Análise da operação que consiste no tratamento estatístico dos dados de pós-operação e análise dos mesmos com o objetivo de avaliar o desempenho operativo dos elementos associados à operação interconectada ITAIPU/ANDE/FURNAS. Esta análise tem por objetivo diagnosticar e acompanhar o desempenho da operação do sistema, identificando os pontos que apresentam menor grau de desempenho de forma a ter-se um diagnóstico que se possa basear para tomar as providências operativas ou recomendações com respeito a operações futuras.

Como produtos do trabalho desenvolvido neste setor de programação e estatística tem-se os relatório mensal da operação, o relatório de Síntese da Produção de Itaipu e o relatório trimestral da operação, que são fornecidos como fonte de informação para diversos órgão internos e externos à Itaipu.

#### **5.4.1 Relatório mensal da operação**

Este relatório consiste na análise da operação, envolvendo aspectos elétricos, energéticos e hidrológicos. E ainda, análise dos índices estatísticos obtidos e planejados para a operação no decorrer do mês dos diferentes

elementos do sistema como unidades geradoras, linhas de transmissão, barras, transformadores, conversores, etc.

Aqui também são identificados os índices de geração, intercâmbio, ocorrências de perturbações e outros eventos de operação no decorrer do mês.

#### **5.4.2 Relatório Trimestral**

Tem por objetivo fornecer subsídios aos Grupos de Estudo da CMO para otimizar procedimentos, e reavaliar recomendações operativas implantadas, também registra as principais alterações ocorridas no sistema, desempenho do sistema de comunicação que afetam a operação do sistema interconectado, análise do desempenho operativo do sistema em que se refere a normalização pós-perturbação, coordenação do controle de tensão, otimização elétrica e energética.

Este setor possui o Sistema de Informações Gerenciais (SIG) que é uma planilha onde é realizado um Acompanhamento do Desempenho da Operação no qual pode-se observar os dados Energéticos, e se comparam os dados do ano atual com os do ano anterior, os Dados de Produção, os Dados de Intercâmbio entre a Eletrobrás e Ande, a Demanda de Transmissão, a Reserva transferida, a Demanda de horário Adicional, a Redução de Suprimento e a Participação nos Mercados de ambas empresas. Acrescentam-se também os Dados Hidrológicos (como a afluência média, a descarga média e a vazão média), os Dados da Operação, o Número de Perturbações no sistema por Origem, Dados do Gerador, Dados das Linhas, Dados das Barras, Dados dos Transformadores, Dados dos

Conversores, Controle Automático da Geração e dados dos CLP's (controladores lógicos programáveis).

### **5.4.3 Programação da operação**

O setor de programação tem como função emitir a programação diária de operação, que é elaborada ao longo do dia através de negociações com o ONS e com Ande. É importante observar que durante a programação deve ser considerada uma série de fatores tais como o nível de R11, a quantidade de máquinas disponíveis, o nível de montante desejado e afluência que chega à Itaipu. Para auxiliar nesta tarefa são utilizados os programas PSO – Programa Semanal de Operação – e PDO – Programa Diário da Operação - que auxiliam nos cálculos de vazão defluente, nível do reservatório, energia gerada e variação da R11.

No programa diário da operação são colocados os dados de demanda hora a hora durante as 24 horas do dia seguinte a contar a partir da zero hora. O processo da programação diária pode ser definido como o seguinte:

- Enviar a disponibilidade prévia: de acordo com a vazão de afluência prevista e com a variação da R11 que representa um limite operativo para disponibilidade energética de Itaipu.
- Receber a prévia: Que é um valor sugerido de geração pelo ONS, esta prévia será analisada e verificada, o principal ponto a considerar é o nível de variação de R11, dependendo deste e logicamente da disponibilidade energética a prévia será aceita ou contestada. Ao longo do dia são recebidas várias prévias, até que se chegue ao fechamento da programação.

Cabe à programação controlar o nível à montante da usina e controlar o nível de R11, coletando os dados do despacho de carga do dia anterior e atual, em que a partir destes se obtém uma prévia da energia que Itaipu poderá disponibilizar para Ande e para Eletrobrás.

Também existe cuidado com as alterações percentuais horárias em R11 por efeito de variações de vazões turbinados e/ou vertidos em Itaipu.

As condições que devem ser consideradas são:

- Uma variação de vazão em Itaipu, produzirá efeitos em R11 que se extinguirão somente depois de decorridas 24 horas.
- efeito total dessa variação, medida pela cota pelo nível em R11, é independente de qualquer outra alteração caudal que possa existir neste período de tempo, se considerará como 100 % cumpridas as 24 horas.
- No decorrer das horas uma parte percentual do efeito vai aparecendo e outra parte diminui com como efeito remanescente.

Tudo isto deve ser levado em consideração devido ao tratado de Tripartite, já que existe uma variação, ou seja, aumento do nível de água ou diminuição do mesmo o que afeta consideravelmente certas regiões determinadas dos três países.

Este setor negocia com os Sistemas Elétricos Paraguaio e Brasileiro, de acordo com a demanda de carga destes sistemas, o suprimento energético para o próximo dia, e para os sucessivos em caso de feriados e finais de semana. Também passam informações diárias e previsões em que se tem a disponibilidade máxima tanto para os sistemas de 50 e 60 Hz:

No que se refere ao vertedouro este setor tem que estabelecer os procedimentos operativos e fornecer os subsídios necessários aos Despachantes e Operadores para a operação do mesmo.

#### **5.4 Divisão de Operação do Sistema**

O despacho é o elo de ligação entre a produção de Itaipu e a necessidade de carga do sistema, é o responsável pelo equilíbrio entre carga e geração. O principal objetivo do despacho é interligar a usina de Itaipu com o sistema elétrico brasileiro através de Furnas, e Paraguai através de Ande.

Desta forma a divisão de operação do sistema tem como principal atividade a execução da operação do sistema, isto é, a coordenação, supervisão e execução em tempo real da operação interligada nos aspectos energético, elétrico hidráulico, funções estas que são desempenhadas pelos despachantes, que trabalham em regime de turno de 6 horas dois despachantes por turno, um brasileiro e um paraguaio, sendo que sempre existe um supervisor de sobreaviso que é acionado quando necessário.

As ações dos despachantes são regidas por normas e procedimentos operativos, que tem por finalidade definir procedimentos específicos para cada situação de operação, tanto operação normal quanto operação de emergência. As instruções que orientam as tomadas de decisões dos despachantes são:

IOI – Instruções de Operação Interligadas: definem os procedimentos dos despachantes em ações relacionadas ao sistema e aos procedimentos de comunicação com os outros centros de operação das empresas.

IOP – Instruções de Operação de Itaipu: são as instruções que orientam as ações dos despachantes com relação às instalações de Itaipu, e também ao relacionamento entre a área de operação de instalações (Sala de controle central) e a sala de despacho.

Para auxílio na tomada de decisões os despachantes podem contar com ferramentas computacionais, sendo as principais as seguintes:

SCO – Sistema de Controle da Operação: Auxilia na execução da programação hidroenergética, permitindo um melhor aproveitamento dos recursos hídricos e um controle do acordo Tripartite.

CLP – Sistema de Supervisão do esquema suplementar de proteção: Auxilia na supervisão e controle do esquema suplementar de proteção.

Assim colocando de maneira específica a função da divisão de operação do sistema é:

- Analisar as grandezas elétricas e informações eletroenergéticas do sistema, tais como tensão, frequência e intercâmbio em tempo real, coordenando as alterações necessárias corretivas e/ou preventivas.
- Em caso de distúrbios no sistema, coordenar as medidas necessárias para reestabelecer as condições normais de fornecimento de energia.
- Analisar as solicitações de manutenção em tempo real, autorizando ou não sua execução em função das condições do sistema. Em caso de desligamentos de urgência, tomar as medidas necessárias para evitar e/ou



minimizar os seus efeitos no fortalecimento de energia ao sistema interligado.

- Executa a programação diária de suprimento de Itaipu com as entidades contratantes, verificando a sua possibilidade de execução em função das condições do sistema em tempo real, modificando o programa sempre que necessário.
- Executa o programa de descarga da usina em tempo real em função das condições hidrológicas atuais, assegurando a otimização dos recursos energéticos e o cumprimento do acordo Tripartite, modificando o programa sempre que necessário.
- Coordena a execução de manobras no sistema elétrico principal, visando manter a confiabilidade do fornecimento e integridade de equipamentos e pessoas.
- Elaborar análise pós operativa da operação do sistema, com o objetivo de corrigir e/ou melhorar os procedimentos operativos de tempo real.
- Acompanhar a medição dos intercâmbios de energia com as empresas contratantes.

Na operação de qualquer usina geradora, o controle de tensão e suas unidades de geração de reativos dependem das características dos sistemas de transmissão a que ela está interconectada da geração de potência ativa e da configuração do sistema interconectado. Assim existe a necessidade de coordenar a operação das varias entidades responsáveis pelos sistemas interconectados com Itaipu, sendo assim a sala de despacho de Itaipu mantém contato com as seguintes entidades:

- ANDE
- FURNAS
- ELETROSUL
- ELETROBRAS
- CNOS- Centro Nacional de Operação do Sistema (ONS)
- COSR-SE - Centro de Operação Regional Sudeste (ONS)
- COSR-S - Centro de Operação Regional Sul (ONS)

#### **5.4.1 Setor de Pré-Despacho**

A operação é responsável pela integridade do sistema, assim uma de suas preocupações está nos serviços que estão sendo realizados em equipamentos que possam eventualmente prejudicar a operação do mesmo, o que designa a responsabilidade de coordenar e programar qualquer tipo de trabalho tanto em equipamentos quanto em instalações que possa afetar a integridade do sistema. Sendo assim o setor de pré-despacho, que é ligado diretamente à superintendência de operação tem como função as seguintes atividades:

- Coordenar a programação de desligamentos e trabalhos especiais das unidades geradoras, linhas e equipamentos que envolvam a operação do sistema.
- Coordenar a elaboração e execução dos programas de teste para colocação em serviço de novos equipamentos e instalações que afetem a operação do sistema .

- Elaborar Ordens de Manobras e manter atualizadas as Ordens de Manobras padrão;
- Elaborar programa diário de manutenção e teste;
- Coordenar com os órgãos próprios da Itaipu e com as empresas Furnas, Ande e Copel, a realização de manutenções periódicas e/ou eventuais nos medidores de faturamento.
- Elaborar diretrizes operativas para os Despachantes e Operadores.

Por se tratar de trabalhos de muita responsabilidade existem procedimentos a serem seguidos para aprovação e liberação de trabalhos, e qualquer decisão é documentada em documentos padrões, sendo estes:

- Pedido de Desligamento (PD): É um documento utilizado para a execução de trabalhos que exijam desligamento e isolamento de um determinado equipamento.
- Autorização de Trabalho (ATE): Documento utilizado para permitir a execução de trabalhos em equipamento com desligamento ou sem desligamento, não havendo a necessidade de isolamento.
- Ordens de Manobra: Seqüência de manobras que devem ser seguidos por Operador e Despachante, que destina-se a efetuar um desligamento ou normalização de um determinado equipamento.
- Autorização para Impedimento de Equipamento da Interligação (AI): Documento utilizado para solicitar e garantir a isolamento da empresa interligada, quando de desligamento de linha ou equipamentos associados, com a finalidade de execução de manutenção. Nesta solicitação poderá

haver solicitação de isolamento ou não do equipamento; sendo que este documento deverá ser enviado via FAX a empresa da qual estará envolvida no desligamento. Nos desligamentos envolvendo Furnas deverá ser enviado cópia ao ONS.

- Autorização para Trabalho em Linha VIVA (ATLV): Documento utilizado entre empresas com finalidade de execução de trabalhos em linhas de interligação energizadas.
- Mensagem de Operação (M.O): Este documento tem como objetivo informar as empresas interligadas de acordos operativos, de desligamentos ou ensaios que direta ou indiretamente possam interferir na operação do sistema, ou em outras ocorrências que possam julgar necessário.
- Informativo: Tem como objetivo principal orientar Despachantes, Operadores e Plantões da Operação de diretivas especiais tomadas com objetivo de complementar Normas e Regras de operação.
- Consecutivos de Ordem de Manobra: São números seqüenciais nos quais cada documento possui uma folha de seqüencial. Existem duas pastas sendo uma no Despacho de Carga e a outra permanece no Setor Pré-Despacho.

Para numeração de OMP o Despacho de Carga tem a numeração de 0001 até 1.000; sendo que no Setor de Pré- Despacho a numeração começa com numero 1.001.

Assim uma vez identificada a necessidade de um serviço, o que geralmente ocorre pela manutenção, esta informa à Operação da Usina que então fornecerá um documento ao pré-despacho através do SES solicitando a liberação para o

serviço. Cabendo ao pré-despacho analisar e aprovar esta solicitação. A aprovação do pré-despacho pode gerar um dos documentos mencionados acima, sendo que isto dependerá exclusivamente do tipo de serviço, pois para cada um existe uma necessidade diferente.

O processo de aprovação deste pedido após chegar ao pré-despacho passa por uma série de negociações onde é necessário um acordo de todos os envolvidos, por isso o pré despacho tem uma função também de intermediador, onde deve manter contato com os seguintes setores conforme interesse:

- Manutenção;
- Operação da Usina;
- Furnas;
- ONS;
- Copel;
- Ande.

Cabe ao pré-despacho também outras atividades relativas ao acompanhamento e coleta de medições importantes para futura contabilização de energia que é elaborado por outra divisão, ficando o pré despacho com o papel de intermediador entre o pessoal responsável pela medição e o responsável pela contabilização da energia gerada por Itaipu. São estas atividades:

- Verificar e participar das atualizações nas planilhas referente aos dados de faturamento de Furnas, Ande e Copel.
- Efetuar acompanhamento no suprimento de energia das empresas contratantes (Furnas, Ande e Eletrosul);

- Efetuar coleta dos registros nas instalações de Furnas para conferência no 1º dia útil de cada mês;
- Elaborar relatório sobre consistência dos dados de Furnas e Ande, para encaminhamento a PCCP.DT.

Para o desempenho das funções acima citadas são necessárias algumas atividades para dar suporte às decisões de programação e a qualquer esclarecimento que possa ser necessário. Podemos colocar estas atividades como:

- Organizar e arquivar documentos relativos ao setor;
- Participar das seguintes reuniões periódicas:
- Prévia do PTD (programa Trimestral de Desligamento);
- Interdepartamental;
- Reuniões que envolvam ensaios de equipamentos.

## **6 Departamento de Operação da Usina**

Abaixo, são descritos algumas divisões e setores do Departamento de Operação da Usina. Conforme pode ser visto na figura 32, nem todos setores e divisões serão descritos. Tal fato se deve, que estes setores foram vistos na prática de operação da usina, onde foram coletados dados técnicos para elaboração do Capítulo 3 deste trabalho.

## 6.1 Setor de Pré Operação da Usina

O Setor de Pré Operação da Usina é um setor bastante burocrático, mas de fundamental importância, uma vez que todos os pedidos de desligamento de chaves, aberturas de disjuntores ou qualquer outro tipo de manobra, que não afetam o sistema, partem do Setor de Pré Operação da Usina, ou seja, este setor é responsável por interligar a Superintendência de Manutenção com a Superintendência de Operação.

Para qualquer tipo de manutenção, deve ser feito um pedido conhecido de AT (Autorização de Trabalho). Uma AT pode ser extraordinária ou especial, sendo que AT especial é emitida toda a vez que a manutenção / parada do equipamento, envolve risco de afetar o sistema (quando há parada de uma unidade geradora ou no caso de paralisação de um TRAFO ou disjuntor que impede a transmissão de energia por falta de um caminho alternativo). Após a emissão da AT especial, esta é enviada para a Divisão de Operação do Sistema (OPSO.DT -Pré).

Além da AT, o Setor de Pré Operação da Usina pode emitir uma SSA (Solicitação de Serviço Aperiódico) e uma SSP (Solicitação de Serviço Periódico). Todos os tipos de emissões feitas pelo Setor de Pré Operação da Usina estão exemplificados no Anexo 7.

Quando a Solicitação de Serviço ou Autorização de Trabalho é aceita, deve-se proceder com a isolação do equipamento através do uso de cartões como segue abaixo. Quando o desligamento ou a ligação do equipamento pode causar risco de vida usa-se um cartão com tarjeta vermelha, conforme a figura 34 (b), caso contrário é usada a advertência mostrada em 34 (a).



a)

b)

Figura 8 –Cartões Usados para isolamento de equipamentos

## 6.2 Setor de Pós Operação da Usina

Sucintamente este setor tem como principal função relatar todos os acontecimentos (perturbações, falhas nas unidades, desligamentos, etc) e escalonar os turnos de funcionários.

Abaixo são listadas as principais funções deste setor detalhadamente:

Atividades Diárias:

- Participar da reunião diária no início do expediente com os gerentes do Departamento, Divisões e Responsáveis dos Setores e representantes de outra Áreas;
- Inteirar-se das ocorrências da |Central referente ao dia anterior ou fim de semana/ feriado;



- Realizar contatos com as equipes de manutenção sobre qualquer desempenho anormal de equipamentos;
- Realizar contatos com o OPSP.DT para conferir informações de ocorrências na Central;
- Liberar o DDO disponibilizando-o no ambiente IBM;
- Conferir dados diários de operação, corrigindo ou alterando os dados quando necessário;
- Conferir os estados dos equipamentos associados a geração e transmissão, através do Relat (Relatório das ocorrências em tempo real) realizando modificações quando necessárias;
- Interagir com o Setor de Operação em Tempo Real sobre questões relacionadas ao carregamento de dados;
- Fornecer ao OPS.DT os formulários de leituras de linhas para conferir dados de intercâmbio;
- Acompanhamento de dados da hidrologia;
- Conferência dos horários das unidades;
- Conferência dos medidores de unidades, temperaturas do transformador da unidade;
- Reposição da Comporta de Serviço da Tomada d'Água;
- Levantamento de alarmes nas unidades geradoras (sistema de excitação, sistema de água pura, mancal guia superior, combinado e inferior, UMCC, Sistema Contra Incêndio em Transformadores, Relé Buchholz dos transformadores principais, ocorrências na subestação de Apoio a Margem Direita, Consoles Telefônicos da CCR);
- Acompanhamento da hidrologia do Iguaçu (Capanema);

- Arquivar todos os formulários de leituras realizadas pelo Turno de Operação;
- Preparar o arquivo de manobras da GIS SF6 usando ferramentas do PI e posterior envio por meio eletrônico para SMIN e SMMT.

Além das atividades diárias, existem outras atividades que devem ser cumpridas semanalmente. São elas:

- Atualizar ao planejamento das atividades do Setor;
- Conferir a pasta com as informações necessárias para assumir o Sobreaviso durante os finais de semana e feriados.

Outras atividades devem ser executadas mensalmente:

- Conferir todos os dados carregados durante o mês visando emitir as informações mensais para o relatório mensal;
- Fechamento dos dados estatísticos do fator de disponibilidade das unidades geradoras, dados de geração e fatores, tempo de funcionamento das unidades geradoras, desempenho operativo da central ;
- Fornecimento de dados para SMIN.DT sobre paradas programadas de unidades geradoras, desligamento de unidades geradoras e linhas e falhas na partida de unidades geradoras;
- Fornecer ao Sistema de Informações Gerenciais (SIG) da OPS.DT, dados de partidas e paradas de unidades geradoras, falhas na partida e na

parada, alarmes dos equipamentos da central e partidas e falhas nos Geradores Diesel de Emergência;

- Emitir os dados dos eventos relevantes para o Relatório Mensal;
- Elaborar o documento com as informações dos principais trabalhos em andamento da Central Hidrelétrica;
- Levantamentos dos dados e participação nas reuniões mensais do SIG;
- Elaborar a escala de serviço do mês seguinte, após as devidas interações com as pessoas que compõe o grupo de sobreaviso;
- Elaboração do Relatório Mensal da Operação.

Algumas atividades são realizadas conforme as necessidades, eventualmente. São elas:

- Acompanhar as atividades dos Setores do Departamento assessorando quando necessário;
- Atualizar o planejamento das atividades do Setor;
- Emitir : Relatório de Perturbação da Central (RP), Relatório de Falha de Parada em Unidades Geradoras (FP), Relatório de Falha de Partida em Unidades Geradoras, Relatório de Parada de Emergência (PE);
- Carregamento de dados nos respectivos aplicativos sobre: desligamento da unidade geradora, falha na partida e parada de unidade geradora, parada de emergência de unidades, falha na partida e bloqueios dos geradores a Diesel, descargas disruptivas na GIS;

- Criação, manutenção e melhorias da página do departamento na rede;
- Conversão dos PR, FP, e Pareme em PDF para possibilitar o acesso via link do relatório mensal, através da intranet;
- Busca de informações de parâmetros para elaborar relatórios;
- Acompanhamento das sugestões emitidas no Departamento;
- Atendimento de reclamações de funcionamento do sistema de ar condicionado no quarto, quinto, sexto piso e auditório da el. 145,00m;
- Elaboração de planilha com os sinais de trip desligados e motivos;
- Atualizar planilhas de transformadores queimados dos SSAA;
- Levantamentos diversos solicitados pela área e outros departamentos;
- Apoio computacional na elaboração de palestras, seminários, eventos, papers, etc;
- Guardar os documentos fora de uso ou de uso esporádico/eventual no arquivo morto de forma a facilitar pesquisas e/ou busca de informações que não estão presentes no sistema informatizado ou antes do advento deste.
- Manter a listagem do arquivo morto atualizado;
- Divulgação de eventos operacionais relevantes como quebra de recordes, datas de energização de equipamentos para o inventário da empresa, fornecimento de informações solicitadas por entidades externas para pesquisa e trabalhos escolares, etc;
- Acompanhamento das sugestões, realizando a retroalimentação das informações aos emitentes;

### **6.3 Setor de Revisão e Ensaio**

O Objetivo do Setor de Revisão e Ensaio é coordenar as ações operativas durante as atividades de revisão das Unidades Geradoras e na realização de ensaios especiais nos equipamentos da Central.

Dentre as principais atividades do setor, podem ser listadas:

- Coordenar as atividades operativas durante as paradas das Unidades para revisão, conforme os cronogramas de atividades da manutenção.
- Coordenar a realização de ensaios especiais nos equipamentos de geração e transmissão da Central.
- Participar de reuniões com as equipes de operação e manutenção, relacionadas as atividades do setor.
- Elaborar diariamente um resumo das informações de atividades do setor, visando divulgá-las para as equipes de operação.
- Emitir relatórios técnicos das atividades realizadas nos equipamentos de sua responsabilidade.
- Supervisionar e acompanhar o desempenho dos integrantes da equipe, garantindo o desenvolvimento técnico e pessoal.
- Receber visitas técnicas quando solicitado.
- Apoiar os setores da operação em situações de emergências.
- Participar de treinamentos técnicos e gerenciais de acordo com os programas preestabelecidos.
- Atender a gerencia da Divisão na realização de trabalhos específicos.

O Setor de Revisão é gerenciado por 2 Técnicos Especializados, um de nacionalidade paraguaia e outro brasileiro.

A composição da equipe do Setor está preparada para coordenar simultaneamente as frentes de trabalho de duas unidades em revisão, comandadas pelo supervisor do setor e o seu suplente.

Nos períodos com apenas uma unidade parada para revisão, o supervisor do setor permanece na coordenação geral e o seu suplente assume a unidade em revisão com todos os componentes da equipe. Os demais integrantes do setor permanecem a disposição para atender outras atividades dos setores da Divisão.

### **6.3.1 Participação da Operação nas atividades de revisão de unidades**

A operação da central, através do Setor de Revisão, coordena e executa as manobras nos equipamentos associados a unidade durante as atividades de manutenções, garantido que os trabalhos sejam realizados com segurança e confiabilidade, destacando:

- Drenagem do conduto forçado, tubo de sucção,
- Isolação do sistema de resfriamento da unidade e de todos os equipamentos da unidade,
- Ensaio no gerador destacando giros mecânicos injetando óleo no mancal combinado,
- Manobras no regulador de velocidade,
- Acompanhamento das atividades de manutenção que envolvem manobras nos equipamentos,
- Inspeção geral na unidade visando o retorno pós revisão,

- Enchimento do tubo de sucção e conduto forçado,
- Ensaios na unidade com giro mecânico e ensaios elétricos.
- Drenagem e enchimento com óleo dos mancais da unidade geradora.

Apesar da equipe da operação do setor de revisão participar de todas as atividades durante as manutenções realizadas na revisão, a quantidade de operadores envolvidos não é a mesma durante o período.

## **7 Atividades Desenvolvidas**

Como foi dito, o estágio foi realizado no setor de Operação, da usina e do sistema. Foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Visita técnica usina e barragem;
- Catalogação dos painéis de usina;
- Acompanhamento do ensaio em carga do grupo de geradores diesel do serviço auxiliar; acompanhamento do ensaio de incendio do trafo de 18/500 kV;
- Acompanhamento da manutenção da barra estatórica da unidade 10;
- Acompanhamento em diversas isolações de equipamentos para realização de manutenção;

- Medições de rotina na gis;
- Acompanhamento de palestras referentes à isolação de linhas por operadores e nr10; utilização do dts para se obter uma melhor visão em relação às manobras em tempo real;
- Acompanhamento na CCR(Central Control Room) das atividades em tempo real;
- Utilização do programa Relat para ter conhecimento das ações ocorridas no sistema com a finalidade de utilização do programa pos operação para estudo pos-operatorio de anomalias presentes no sistema .
- Análise de perturbações bem como o estudo das lógicas do clp presentes, para retirada de máquina do sistema, foi também estudado casos ocorridos na prática, bem como o acompanhamento do estudo de uma retirada de máquina do sistema sem necessidade.
- Acompanhamento no setor de hidrologia da chegada de dados referente aos níveis do reservatório e nas diversas estações de monitoração, em especial a R11(acordo tripartite).
- Acompanhamento do tratamento estatístico das grandezas do sistema para se ter uma visão da eficiência dos diversos dispositivos presentes.
- recebimento de dados da hidrologia para ser determinada a geração(deve ser levado em consideração o acordo tripartite e o nível do reservatório). Existia



sempre o contato direto com o NOS para ser determinada a geração do dia seguinte de acordo com a previsão já estabelecida, também dependendo do nível do reservatório de Itaipu.

- Acompanhamento na atualização do software para tratamento dos dados hidrológicos fornecidos pelas centrais telemétricas, visando assim incorporar esses dados de maneira mais eficiente ao sistema scada.
- Utilização do DTS (Dispatch Training System) para treinamento e visualização do CAT(Controle Automático de Tensão) e CAG (Controle Automático de Geração).
- Participação em palestra do ONS a respeito das novas táticas de reestabelecimento do sistema no caso de um blackout. Também foram fornecidas explicações a respeito do conceito de black start, que consiste na capacidade da usina voltar a funcionar do zero, através de uma fonte auxiliar própria, tipo um grupo gerador diesel, no caso da Itaipu, ou outra fonte qualquer.
- Acompanhamento na sala de despacho de carga(tempo real) das ações que eram desempenhadas por operadores.

### **7.1.1 Catalogação dos painéis de usina**

Na usina de Itaipu existem aproximadamente 250 tipos de painéis de controle espalhados por toda usina. Um trabalho realizado foi a catalogação de todos esses painéis e também a elaboração de comentários referentes à

natureza dos mesmo. A finalidade foi conhecer mais profundamente a usina, pois a mesma aconteceu nas primeiras semanas em conjunto com outras atividades, além de ajudar a identificar qual a localização de um determinado painel, e a sua função no sistema, para que as manobra que são realizadas possam ser isentas de erros. Foi também utilizada uma máquina fotográfica para que o registro ficasse completo, pois no futuro essas informações serão disponibilizadas na intranet da empresa, para consultas online.

### **7.1.2 Acompanhamento do ensaio em carga do grupo de geradores diesel do serviço auxiliar:**

Um parte essencial da usina é o serviço auxiliar. Nele encontram-se cargas próprias, e também as prioritárias para um funcionamento de emergência da usina. Na Itaipu esse serviço possui quatro fontes, sendo três de apoio a falhas. A primeira vem das próprias unidades geradoras, uma vez que estejam em funcionamento, a segunda de um transformador de relação 66/13,8kV, 45MVA, alimentado pela subestação da Margem Direita, setor de 66kV, podendo ser oriunda do Sistema ANDE, a terceira de um transformador de relação 69/13,8kV, 45MVA, alimentado pela linha de 69kV da COPEL (Companhia Paranaense de Eletricidade), e a quarta um Grupo de Geradores Diesel.

Um ensaio em carga desse Grupo Diesel foi realizado durante o período do estágio. Normalmente esse ensaio é feito sem carga, mas nesse caso também foi avaliada a condição de black start, ou seja, se a usina seria capaz de retornar de um estado zero, usando apenas os geradores diesel para alimentar o serviço auxiliar e colocar as máquinas novamente em funcionamento. Pôde-se verificar

que o grupo diesel atendeu de forma eficaz à carga solicitada, respeitando o tempo necessário para o restabelecimento das unidades de 60Hz. A carga atendida no ensaio foi 5 MW, mas a carga total do serviço auxiliar é de aproximadamente 10MW (unidades de 50 e 60Hz). Neste ensaio não foram atendidas cargas das unidades de 50Hz, pois este setor possui um grupo gerador exclusivo, e este mesmo ensaio será realizado posteriormente para este grupo.

### **7.1.3 Acompanhamento do ensaio de incêndio do trafo de 18/500 kV**

A galeria de trafos é uma região muito importante na usina. São 60 transformadores (1 por fase) de relação 18/500 kV com a finalidade aumentar a capacidade de transmissão até as subestações da margem direita e furnas. Uma preocupação constante é em relação ao perigo de incêndio nessa galeria. Em 2004 ocorreu a explosão da bucha de um desses transformadores, ocasionando assim um incêndio de grandes proporções, que graças ao sistema implantado de segurança foi contido com eficiência, mas alguns funcionários que se encontravam no local sofreram algumas queimaduras. Esse sistema conta com sprinklers, que são jatos de água localizados em locais estratégicos em torno do trafo, lançamento do gás CO<sub>2</sub> na sala do trafo, e também um lançamento de espuma.

O ensaio que foi acompanhado se dividiu em duas etapas. A primeira se deu apenas testando o sistema fechamento das portas dos trafos e acionamento do sistema sprinkler, ambos ocasionados por um comando manual para teste. A segunda teve as mesmas características da primeira, mas foi efetuado um

incêndio verdadeiro, mas de pequena proporção, para que fosse acionado o sistema de segurança, testando assim o sensor válvula de detecção automática.

Os resultados do ensaio foram extremamente positivos, pois todos os sistema de segurança testados funcionaram. Entretanto algumas alterações que visam melhorar o desempenho, como o fechamento definitivo das portas, ainda não foram implantados, mas brevemente essas mudanças acontecerão.

#### **7.1.4 acompanhamento da manutenção da barra estática da unidade**

##### **10**

Para que cada gerador de Itaipu possa gerar em torno de 700 MW um fator essencial existe, a refrigeração das barras estáticas do gerador. Essa refrigeração se dá por meio de um sistema fechado de água pura(desmineralizada e desionizada) que circula internamente nessas barras, pois as mesmas foram projetadas de forma ôca para permitira a passagem de água. Um problema que aconteceu foi o vazamento de água pura por uma dessas barras. Quando foi detectada a redução do nível de água pura do sistema fechado a providencia tomada foi a parada imediata da máquina, para que fosse localizado o local do vazamento. Chegou-se à conclusão que o vazamento foi ocasionado por um parafuso que possivelmente foi esquecido na época da montagem, e com a ação da vibração natural da máquina este desgastou a barra região em que existia contato com a barra, ocasionando num furo na mesma(figura).

A retirada das barras estáticas é um processo complicado pela falta de espaço para realizar o trabalho, e caro, pois para chegar no ponto do vazamento

várias barras têm que ser retiradas, e uma vez retiradas não podem ser recolocadas, devem ser utilizadas novas peças. Cada barra custa 15000 dólares, nesse caso foram retiradas 14 barras só para chegar na barra com vazamento. Além disso existem também algumas inconveniências como a parada da máquina, a quebra da fila da programação de manutenção, quebra parcial do contrato de geração, entrada urgente de máquina parada para manutenção preventiva entre outras.

Como este problema já havia acontecido antes, e a equipe possui experiência nesse tipo de ação, o tempo de manutenção foi bem menor do que estava previsto, e foi realizado com sucesso.

#### **7.1.5 Acompanhamento em diversas isolações de equipamentos para realização de manutenção e medições de rotina na gis;**

Durante o estágio foram feitos diversos acompanhamentos em pequenas manutenções e manobras de rotina. Os setores da operação da usina, como as acessórias de turno e revisão de ensaios têm a função de coordenar todas essas manutenções, realizando a isolação dos equipamentos e ao final conectá-los novamente ao sistema. No caso da GIS são feitas medições diárias dos níveis de pressão de SF6 dos diversos equipamentos, e verificado se existem grandes variações.

Essas experiências foram de fundamental importância pois além da parte técnica, que naturalmente era abordada, foi observado como se dá o processo de gerenciar pessoas para que as operações resultassem no melhor

desempenho possível, ou seja, menor tempo de atuação, menor risco para os funcionários e melhores resultados.

#### **7.1.6 Acompanhamento na ccr(central control room) das atividades em tempo real**

Para fazer o acompanhamento completo da usina é utilizado o sistema SCADA. O lugar físico onde os terminais desse sistema são utilizados chama-se ccr, sala de controle central. Lá são executadas todas as ações que sejam necessárias para o funcionamento da usina. Geralmente essas ações são coordenadas com o despacho de carga.

Foi acompanhado durante alguns dias o trabalho do pessoal da ccr, como se dava a atuação dos funcionários que estavam no turno e quais as medidas que devem ser tomadas nas situações de emergência. Toda a parte analógica de controle ainda encontra-se disponível na ccr, mas não é utilizada, ficou apenas como um suporte de falhas do sistema SCADA. No período não ocorreram grandes eventos no sistema, portanto não houve necessidade de serem efetuados desligamentos de máquinas ou de equipamentos da usina.

## **8 Preservação ao Meio Ambiente**

Uma obra do tamanho de Itaipu pode alterar o meio ambiente e a sociedade não só do local onde foi construída a represa como também de uma vasta área ao redor do lago. Assim, foi realizado um projeto criterioso para não permitir que espécies animais e vegetais desaparecessem com a implantação da

usina. Além disso, o impacto da obra sobre toda a população dos municípios ao redor do reservatório é muito grande, visto que, muitos foram forçados a mudar suas casas de lugar, alguns deixaram de praticar a agricultura, enfim muda-se completamente o estilo de vida dessa população.

A preocupação de minimizar todos esses efeitos esteve presente desde o início do projeto de Itaipu. O impacto ambiental da criação do reservatório foi rigorosamente estudado para ter seus efeitos minimizados em toda a região. No projeto já foi prevista a manutenção de áreas verdes nativas, a criação de reservas, cuidados para preservar e garantir a sobrevivência da fauna regional, além de ações para melhorar a qualidade de vida da população local.

Antes da formação do lago, foram criadas equipes para percorrer todo o local que seria inundado realizando a coleta de materiais de interesse arqueológico e/ou histórico. Já durante o período de enchimento do reservatório (que durou 14 dias) equipes da Itaipu Binacional percorreram de barco e lanchas toda a área, salvando centenas de espécies de animais da região. Essa operação ficou conhecida como “Mymba Kuera”.

É interessante ressaltar que a área alagada pelo reservatório de Itaipu, é relativamente pequena, em relação à produção de energia. Isso ocorre porque o Rio Paraná, é um rio de leito encaixado o que faz com que o lago não seja de controle, sendo essa tarefa transferida às usinas que estão a montante (rio acima) de Itaipu. Dessa forma, usina de Itaipu é a fio d'água, sendo que toda a água que chega ao reservatório é turbinada ou vertida, mantendo o volume armazenado aproximadamente constante.

Todas as ações ambientais realizadas pela Itaipu garantiram, no lado paraguaio, a preservação de grandes extensões da mata original, enquanto no

lado brasileiro desenvolve-se um enorme esforço para a reimplantação da mata ciliar do reservatório, com o plantio, até hoje, de mais de 17 milhões de mudas de árvores. A preocupação se estende também para a vida aquática, onde a manutenção da biodiversidade aquática é comprovada pelas 170 espécies de peixes.

Essa preocupação com a biodiversidade aquática é muito importante para o sustento e desenvolvimento da população dos municípios ao redor que vivem da pesca. Atualmente a produção pesqueira anual é de 1.600 toneladas, o que caracteriza o Reservatório de Itaipu como o mais produtivo dentro todos na bacia do rio Paraná.

A preocupação com o meio ambiente e o respeito com a sociedade continuam sendo prioridade dentro da Itaipu Binacional e é comprovada pela infinidade de programas lançados todos os anos, como o de Educação Ambiental, Recuperação de Microbacias Hidrográficas e Preservação da Memória Regional e que atestam Itaipu como uma empresa muito bem sucedida no tratamento de questões sócio-ambientais.

Vale destacar que, o último programa ambiental lançado, "Cultivando Água Boa", que visa causar uma revolução na forma como as pessoas tratam a água, é tido como revolucionário pela imprensa mundial e tem chamado atenção e elogios de todo o mundo. O secretário geral da ONU rasgou elogios ao projeto; "Nenhuma medida poderia contribuir mais para reduzir a incidência de doenças e salvar vidas no mundo em desenvolvimento do que fornecer água potável e saneamento adequado a todos".

Assim, é graças a essas ações que a população dos municípios vizinhos ao reservatório contam com água de excelente qualidade não apenas para o



consumo, como para a pesca profissional e o lazer e que transformam Itaipu sinônimo de preservação ambiental.

## 9 Itaipu no Cenário Nacional

Os dados abaixo mencionados mostram a relação entre a energia produzida em Itaipu, abordando a importância que ela exerce no cenário nacional. Também será mostrado o fluxo de potência entre regiões do país e também no Paraguai. Os dados são referentes a um dia do mês de maio, o que é suficiente para se ter uma idéia do comportamento mensal de todo o sistema.

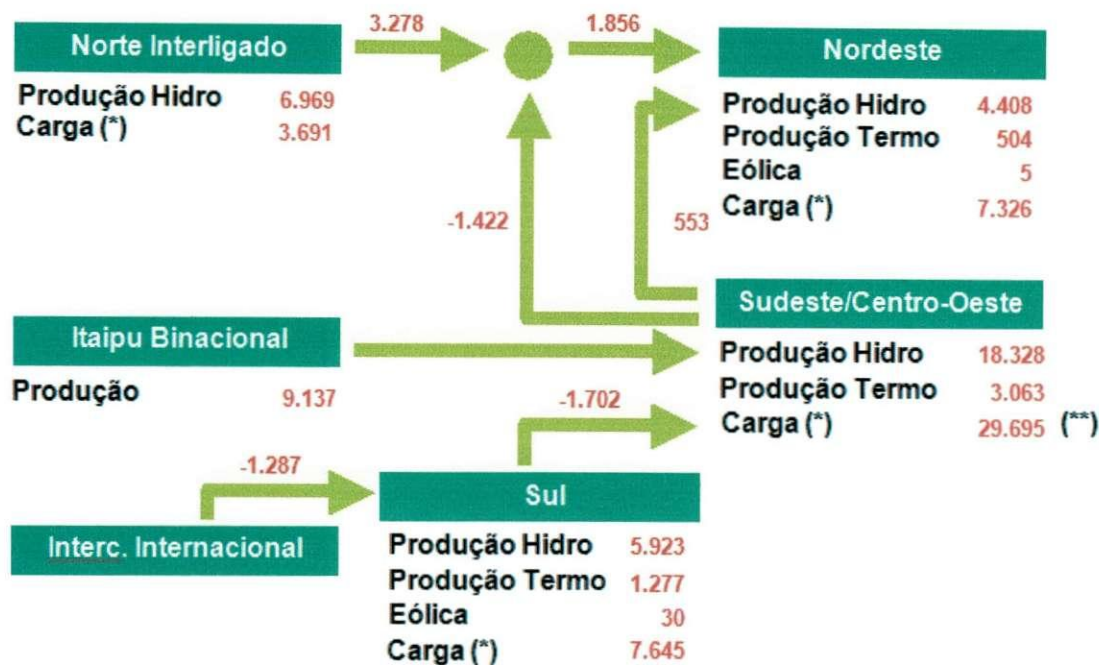
### 9.1 Balanço de Energia

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - SIN - MWmed			
<b>Produção</b>			
Hidro Nacional	35.112	35.628	71,77 %
Itaipu Binacional	9.097	9.137	18,41 %
Termo Nuclear	520	291	0,59 %
Termo Convencional	5.077	4.553	9,17 %
Eólica	91	35	0,07 %
<b>Total SIN</b>	<b>49.897</b>	<b>49.644</b>	<b>100,00 %</b>
Intercâmbio Internacional	-1.315	-1.287	
<b>Carga (*)</b>	<b>48.582</b>	<b>48.357</b>	

Figura 9- Balanço de energia do SIN

LEGENDA: ■ Verificado  
■ Programado

## 9.2 Produção e Carga Regionais e Intercâmbios Verificados



(\*) Carga = Consumo + Perdas

(\*\*) Este valor inclui toda a carga da Enersul (412 MW med nesse dia)

Figura 10- Fluxo de carga no SIN

Um fato que deve ser destacado é que a Itaipu Binacional é hoje responsável em média por aproximadamente 20% da energia consumida no Brasil. Portanto, dada a sua importância, um funcionamento impecável é de extrema importância, pode-se dizer inclusive que seu funcionamento é visto como matéria de segurança nacional. Para que a programação não seja afetada existe um calendário de manutenções das unidades geradoras, trafos, e outros equipamentos. Esse calendário é sempre respeitado, salvo algum fato de extrema relevância.

Apesar de possuir 20 unidades geradoras de 700 MW, Itaipu só opera de fato com 18 unidades pois sempre duas unidades, uma de 60Hz e uma de 50Hz estão sempre em manutenção, possuindo assim uma capacidade na prática de 12,6 GW. Entretanto se for necessário, em caso de uma eventual necessidade de ultima hora de extrema urgência, todas as unidades podem entrar em funcionamento. Na prática isso pôde ser presenciado em relação à unidade 10, que teve um problema de vazamento em uma de suas barras estatóricas, tendo que ser parada urgentemente, entrando em operação a unidade 5 que encontrara-se em manutenção.



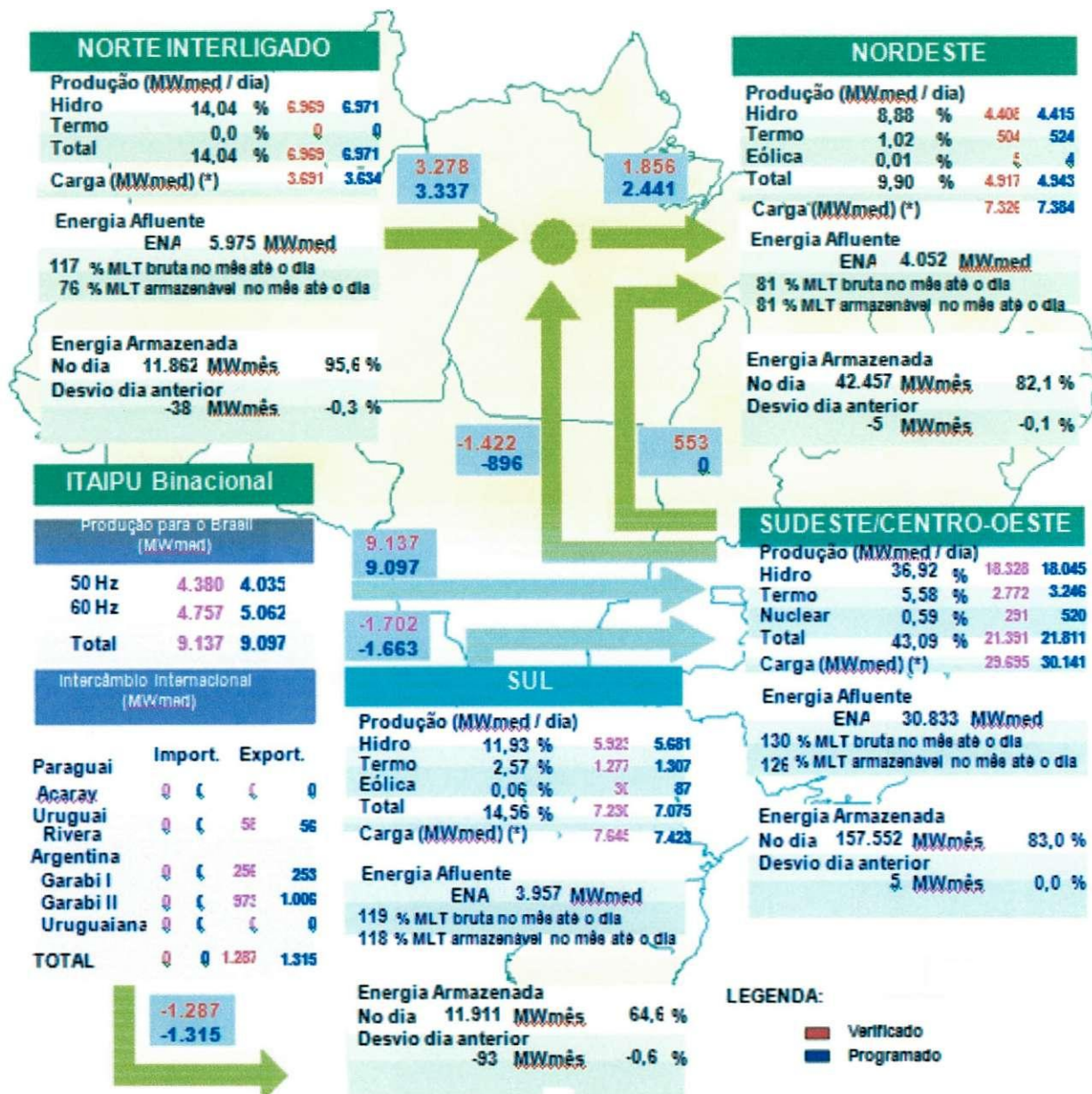


Figura 11- Balanço de energia detalhado por Região

### 9.3 Itaipu e a Possibilidade de Apagão

A crise do “apagão” ocorrida em 2001 elevou o ambiente de incertezas quanto à falta no futuro de energia elétrica. Para que seja entendido todo esse processo devem ser abordados três pontos básicos: as causas do apagão de 2001; o risco ou não de escassez de energia elétrica; e, por fim, o risco de vivenciarmos um

novo apagão.

### **9.3.1 O passado e as causas do apagão**

Entender as causas do apagão de 2001 implica destacarmos algumas peculiaridades de como ocorre o processo de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. O primeiro deles se refere à aplicabilidade dos investimentos e o longo prazo de resultados destes. Dito de outro modo: a construção de uma usina hidroelétrica, que é a principal fonte de oferta da eletricidade à sociedade brasileira, requer, do ato de decisão de construção à entrada em operação, cerca de 10 anos. Aliado a isso, os investimentos requerem milhões, às vezes bilhões, de reais para serem efetuados. Exemplo: uma usina de 400 megawatts (unidade de medida da potência da usina) não fica por menos de 800 milhões de reais (ao custo de 2 milhões de reais o megawatt instalado).

Um segundo ponto se refere ao fato da demanda de energia elétrica crescer continuamente. Por essa razão, o equilíbrio entre oferta e demanda requer que haja contínuos investimentos naquela primeira para atender as necessidades da sociedade por esta última.

Em 2001 tínhamos a era das privatizações. Por isso, ante a reforma do Estado, o governo deixou para a iniciativa privada o papel de investir na oferta de eletricidade. Entretanto, este não estabeleceu regras claras para que, num novo ambiente institucional, o capital privado sentisse a necessária segurança para investir enormes cifras em investimentos de longo prazo.

A partir daí criou-se o seguinte dilema: de um lado, havia a indefinição do governo

ante ao novo modelo institucional; de outro, a insegurança da iniciativa privada ante a falta de regras claras inibiu os investimentos privados. Resultado: sem investimentos privados e públicos, ocorreu um descompasso entre a oferta e a demanda de energia elétrica. E foi o crescimento da demanda maior que o da oferta a principal causa do apagão de 2001. Este foi, em essência, causado pelo fato de que foi necessário dar um “choque” na demanda, frente às quotas de consumo, para se ajustar ao nível da oferta a menor de eletricidade.

De acordo com estudos recentes, a conta do apagão para a sociedade brasileira foi de cerca de 80 bilhões de reais, cifra que equivale à construção de quase duas usinas de Itaipu. Existem outras causas correlatas que contribuíram para o apagão, entre as principais citamos: redução de investimentos em transmissão, distribuição e conservação de energia elétrica; elevada dependência da matriz energética brasileira de usinas hidroelétricas (cerca de 90 por cento da eletricidade é gerada via hidroeletricidade), baixos índices pluviométricos etc.

### **9.3.2 O presente e a discussão em torno do apagão**

No presente, vivenciamos a discussão de uma variável que vem se tornando cada vez mais indispensável no tocante ao necessário investimento na oferta de energia: o meio ambiente. De um lado, existem os defensores da urgência da construção de termoelétricas a gás. Alguns formadores de opinião que não confiam, por exemplo, no gás da Bolívia. Por outro lado, existem outros que apontam para o problema ambiental que as usinas termoelétricas provocam no meio ambiente, a exemplo da elevação da temperatura da Terra (o chamado

efeito estufa). Portanto, o momento atual vive dois impasses institucionais que poderão, sim, elevar as possibilidades, no futuro, de um novo apagão. São eles: primeiro, a falta de agilidade no tocante ao licenciamento ambiental para que possam ser construídas novas usinas termoeletricas; segundo, maiores sinalizações por parte do governo no sentido de incentivar algo necessário, mas complementar a nossa matriz energética baseada na hidroeletricidade — as fontes de energia renováveis originadas de outras fontes, a exemplo dos ventos (energia eólica), do sol (energia solar) etc. Portanto, o presente repete o passado, no sentido de serem necessárias maiores definições institucionais, com vistas a incentivar novas fontes energéticas que atendam as exigências da sociedade sem agredir demasiadamente o meio ambiente.

### **9.3.3 O futuro e a possibilidade de um novo apagão**

Certamente o futuro nos reserva duas realidades, que, embora contrastadas, sinalizam perfeitamente o que poderá vir a ocorrer. A primeira delas se centra na possibilidade de ocorrer um novo apagão caso a oferta de energia elétrica não se eleve de acordo com o crescimento da demanda. Para que isso não venha ocorrer é necessário, como já se disse, que o governo forneça a necessária segurança institucional, que vai além dos problemas ambientais, vez que envolve a solução de problemas macroeconômicos, a exemplo da elevada carga tributária e da taxa de juros. Estes são fatos que inibem os investimentos privados. A segunda realidade, a de não ocorrência do apagão, certamente ocorrerá caso os atuais impasses institucionais sejam resolvidos. Nesse sentido, haverá oferta de energia

necessária para o atendimento do desenvolvimento econômico social pelo insumo energia elétrica.

Em relação à Itaipu, podemos destacar que atualmente gera energia de forma ininterrupta, muitas vezes ultrapassando os limites estabelecidos para uma operação dentro dos padrões aceitáveis, em virtude do crescimento do Brasil como potência industrial, gerando assim uma demanda de energia elétrica bastante considerável. Portanto o incentivo à novas fontes de energia, usinas de co-geração, bem como a possibilidade de construção de novas usinas hidrelétricas deve ser incentivada pelo governo, pois o futuro de um sistema elétrico estável e confiável depende de medidas a serem tomadas hoje.

## **10 CONCLUSÕES**

No estágio realizado, pode-se conhecer basicamente todo o sistema de operação da usina, tendo-se assim uma visão geral do sistema de geração e transmissão de Itaipu.

A empresa mostrou uma grande preocupação com os estagiários, fornecendo total segurança nas áreas de risco e um grande interesse em passar as informações sobre os equipamentos. Pode-se perceber que em todos os setores, sendo uma empresa binacional, metade dos funcionários são paraguaios e metade brasileiros.

O estágio mostrou-se de grande importância, pois além de um conhecimento técnico em uma área específica, teve-se a oportunidade de conhecer um ambiente de trabalho binacional.

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MAMEDE FILHO J. *Manual de Equipamentos Elétricos Vol.1*. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2ª Edição.

[2] MAMEDE FILHO J. *Manual de Equipamentos Elétricos Vol.2*. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2ª Edição.

[3] NISKIER, J. *Manual de Instalações Elétricas*. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 2005.

[4] CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 14ª Edição, Rio de Janeiro, 2006.

[6] Wikipédia – A Enciclopédia Livre

[5] <http://www.itaipu.gov.br>



## 12 Anexo

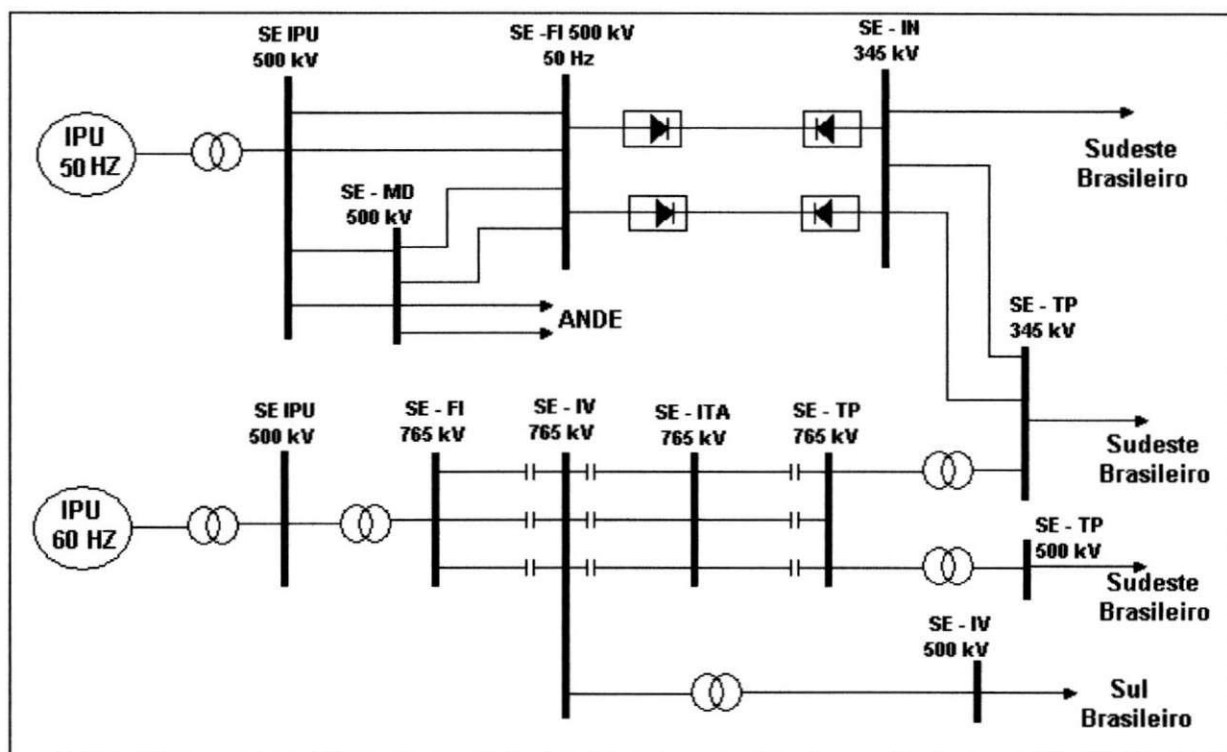


Figura 12- Sistema de Transmissão associado à usina de Itaipu

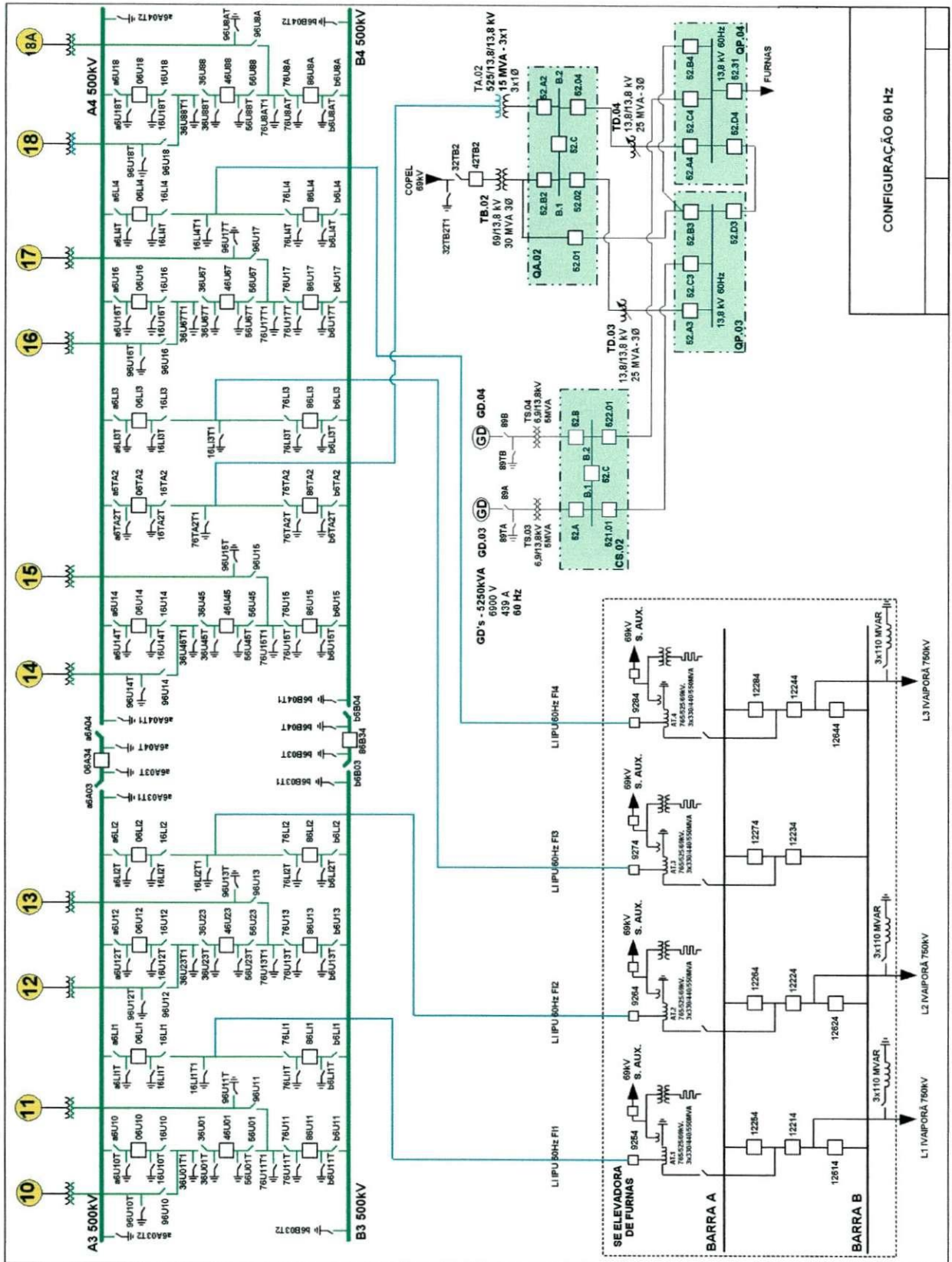
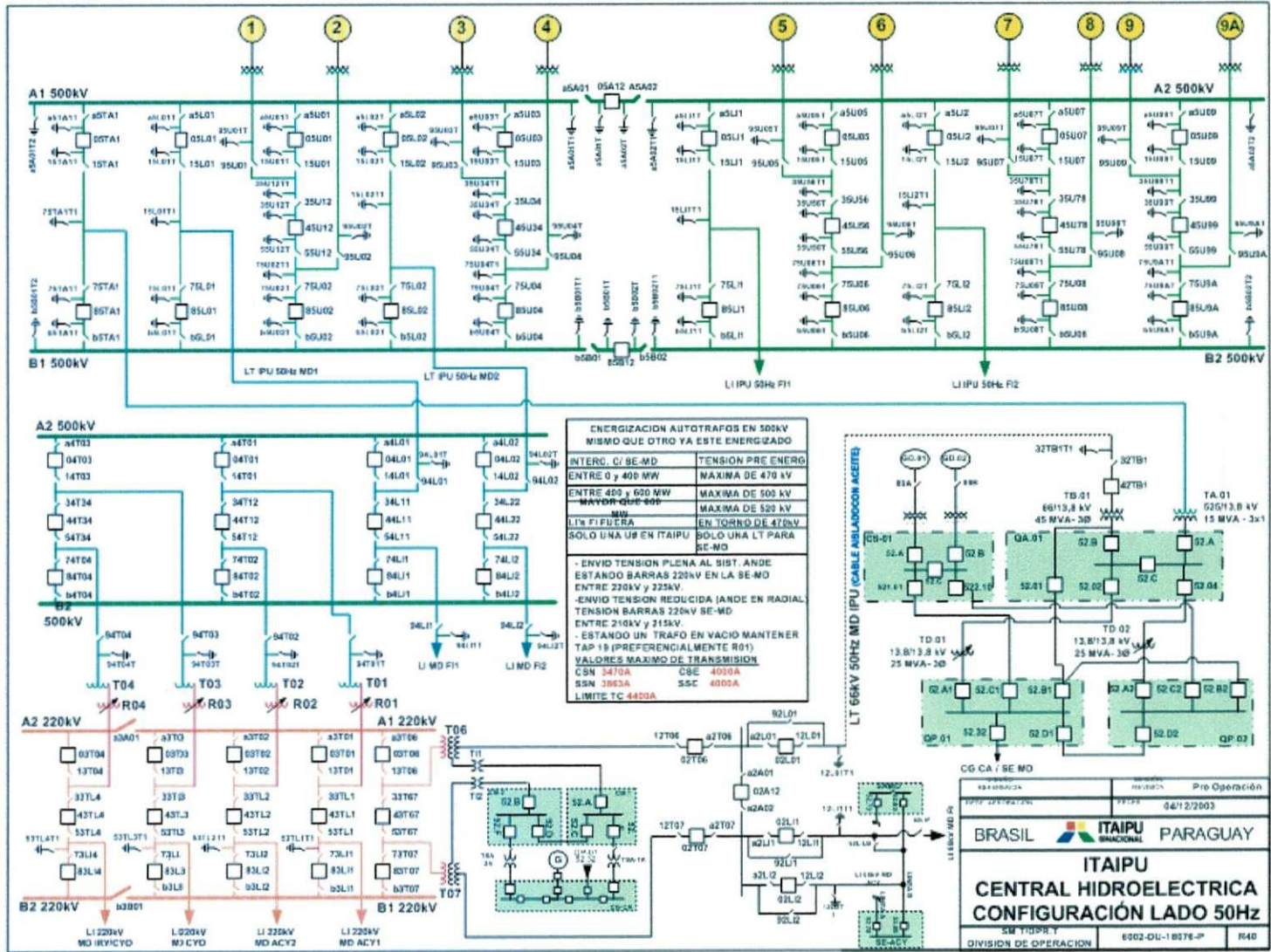


Figura 13- Configuração 60Hz

Figura 14- Configuração 50Hz





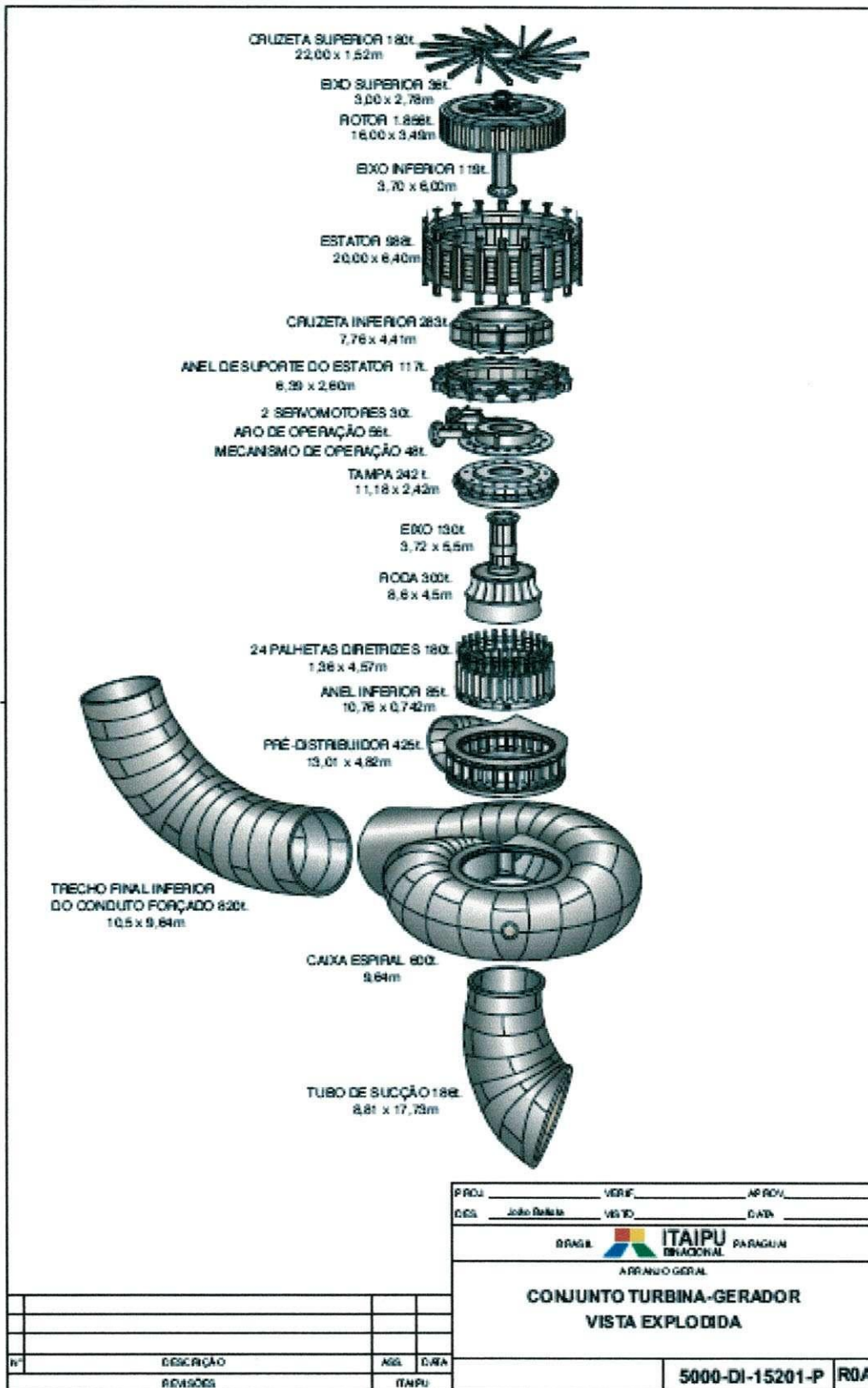


Figura 15- Conjunto Turbina-Gerador