

obter, para cada usina, o menor custo-índice  $C^*/E^*$ .

Como conclusão, pode ser afirmado que especializar as usinas hidrelétricas, ou seja, dimensioná-las para operar em determinadas partes da curva de carga, conduz a economias de capital de grande magnitude, principalmente quando se considera o sistema operando integrado e o escaçamento dos potenciais hidrelétricos econômicos e próximos aos centros de carga.

## A Central Hidrelétrica de Itaipu

### JOSÉ COSTA CAVALCANTI

Foi Presidente da ITAIPU Binacional, Ministro das Minas e Energias e Presidente da ELETROBRÁS.

**D**esde outubro de 1984 a energia de Itaipu está suprindo, em caráter experimental, o mercado de energia elétrica do Brasil e do Paraguai, com suas duas primeiras unidades geradoras.

O programa de suprimento daqueles mercados, já devidamente remunerado, ainda que à base de tarifa provisória, está definido da seguinte forma (demanda contratada), para o período de março/85 a dezembro/85 (10 meses):

- Para o Paraguai, através da ANDE, cerca de 300.000 KW;
- Para o Brasil, através de FURNAS Centrais Elétricas S.A. e ELETROSUL, cerca de 10.259.000 KW.

À medida que novas unidades geradoras entrem progressivamente em funcionamento, até completar, em 1990, as 18 máquinas que estruturam a central de Itaipu, aqueles valores contratados serão devida e gradativamente aumentados.

Em termos de custo de serviço de eletricidade, ainda não estão disponíveis, no momento, todos os dados necessários que servem de base ao cálculo do valor da tarifa no barramento da Usina, tudo conforme preceitua o Tratado de Itaipu (1973) e seu Anexo "C", o qual estabelece as bases financeiras e de prestação dos serviços de eletricidade de Itaipu.

#### 1.1— Idéias básicas sobre o funcionamento da Central de Itaipu, tendo em conta de que se trata de um empreendimento binacional.

É oportuno, agora, pôr em relevo que a exploração da Central Hidrelétrica de Itaipu obedece a normas mutuamente acordadas, entre o Brasil e o Paraguai, através do já citado Tratado e atos diplomáticos complementares.

O conceito básico a ter presente naquele contexto é que as *Altas Partes Contratantes (Governos do Brasil e do*

*Paraguai) outorgam à Entidade Binacional denominada ITAIPU, concessão para realizar, durante a vigência do Tratado, o aproveitamento hidrelétrico do trecho do rio Paraná pertencente, em condomínio, aos dois países.*

Esse conceito é válido tanto para a fase de construção como para fase de exploração, fases estas que hoje em dia coexistem, devendo, a partir de agora, ir decrescendo, até 1990, a fase de construção e ir crescendo a fase de exploração, a qual a partir de 1990, deverá ser a única existente.

Do exposto, as seguintes ilações devem ser explicitadas:

- 1) os dispêndios que estão sendo feitos para a construção de Itaipu correm por conta da Entidade Binacional, ITAIPU, os quais deverão ser saldados com a receita operacional da própria Entidade, através de recursos oriundos da venda da energia aos compradores indicados pelo Paraguai, no caso a ANDE, e pelo Brasil, FURNAS e ELETROSUL.
- 2) A Central Hidrelétrica de Itaipu não está concluída, devendo isto ocorrer por volta de 1990, o que requer o aporte de recursos financeiros adicionais, através de empréstimos e de financiamento, ainda com a garantia do Governo Brasileiro, como vem acontecendo com os recursos financeiros já utilizados até o presente momento. Em março de 1985, os seguintes resultados tinham sido atingidos na construção da Central de Itaipu:
  - 100% das obras de infra-estrutura necessárias ao projeto;
  - 100% das indenizações relativas à desapropriações das terras e terrenos necessários;
  - 90% dos projetos executivos de engenharia;
  - 95% das obras civis da Central Hidrelétrica;
  - 65% da fabricação e entrega dos equipamentos permanentes da Central;
  - 42% da montagem de tais equipamentos.



3) A Central Hidrelétrica de Itaipu Binacional entrega a energia produzida aos seus três compradores (FURNAS, ELETROSUL e ANDE) no barramento da Usina. A partir daí, cada país signatário do Tratado de Itaipu, toma a seu cargo a transmissão da energia contratada.

## 1.2 O que falta para concluir o projeto Itaipu

Para concluir o Projeto de Itaipu, falta compreender as seguintes atividades, entre 1985 e 1990:

- Prosseguir e concluir a montagem de mais sete unidades geradoras de 50 Hz e realizar os respectivos ensaios para a sua colocação em serviço, sendo duas em 1985, três em 1987 e as duas últimas em 1988;
- concluir a montagem e realizar os ensaios para a colocação, em serviço, das duas primeiras unidades de 60 Hz (1986);
- levar a efeito a montagem de mais quatro unidades geradoras de 60 Hz e os respectivos ensaios para a colocação em serviço, sendo uma em 1988 e três em 1989;
- concluir o trecho da casa de força no antigo canal de desvio (1985-1988) para as três últimas unidades geradoras de 60 Hz, bem como montar todo o equipamento elétrico e mecânico correspondente às últimas três unidades geradoras de 60 Hz e realizar os respectivos ensaios para a sua colocação em serviço (1989-1990).

## 1.3 O escoamento da energia de Itaipu para o mercado brasileiro

Contudo, para efetivar integralmente o escoamento da energia elétrica produzida pela Itaipu, para o mercado do Brasil, cumpre terminar a implantação do sistema de transmissão, a cargo de FURNAS Centrais Elétricas S.A., nos seguintes termos:

- completar, nos próximos dois anos, a linha de transmissão em corrente contínua, já parcialmente em operação; por esta linha escoar a energia produzida em Itaipu, em 50 Hz, a qual é inicialmente retificada para corrente contínua ( $\pm 600$  KV) e, posteriormente, na região da Grande São Paulo, convertida em corrente alternada, 60 Hz:

— Construir, até 1986, o último trecho da linha de corrente alternada (60 Hz) entre Foz do Iguaçu-Ivaiporã (PR), linha esta que transmite, diretamente para o Brasil, a energia produzida por Itaipu em 60 Hz; registra-se que 2/3 desta linha de transmissão, Ivaiporã (PR) — Tijuco Preto (SP) já está construída, e em operação, transmitindo energia produzida por usinas instaladas no Estado do Paraná, para a região Sudeste e para a região Sul.

## 2. Comentários relativos ao aproveitamento da parte da energia de Itaipu que cabe ao Brasil, nos termos do Tratado de Itaipu.

### 2.1 — Idéias-chaves

É preciso enfatizar que a Itaipu Binacional, por sua excepcional capacitação de produção — 75 bilhões de KWh/ano, só tornou-se economicamente viável, porque a energia gerada pela Central de Itaipu é fundamental para suprir o crescimento da demanda energética das regiões Sudeste e Sul do país que consomem cerca de 80% de toda a energia elétrica do Brasil e onde se concentra o maior potencial sócio-econômico do país.

Foi esse fato, entre outros, que levou o Governo Brasileiro a assumir as seguintes responsabilidades, no quadro do Tratado de Itaipu e Atos Diplomáticos complementares:

- dar garantia aos empréstimos necessários para a obra e toda ela está sendo realizada através da captação de recursos desta forma, pois o capital é simbólico e não há recursos orçamentários específicos para tal;
- comprar, da Entidade Binacional, através da ELETROBRÁS (FURNAS e ELETROSUL), toda a potência instalada na Central de Itaipu, a que tem direito (50%) e mais toda a potência que o Paraguai não venha a consumir da parte que lhe cabe (50%) e que cede ao Brasil; neste quadro, o Governo Brasileiro, logo após a assinatura do Tratado de Itaipu (abril 1973), através da Lei nº 5899, de 5 de julho de 1973, estabeleceu normas para o sistema elétrico brasileiro, quanto à utilização plena da energia elétrica oriunda da Itaipu; neste aspecto um dos pontos é a fixa-

ção de quotas de rateio da potência adquirida de Itaipu, por FURNAS e ELETROSUL, entre as empresas estaduais concessionárias de energia elétrica das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste do país, proporcionalmente ao consumo de cada uma das unidades da Federação, situadas naquelas regiões.

Recentemente, o Ministério das Minas e Energia, através de Portaria de 15 de fevereiro de 1985, atualizou as quotas estabelecidas em convênios firmados em 1973, nas quais passam a se basear as vendas da energia de Itaipu, da parte que cabe ao Brasil, em caráter provisório, para o período março/85 a dezembro/85.

2.2 — Está garantido o mercado para toda a energia que a Central Hidrelétrica de Itaipu produz e que venha a produzir à medida que entrem em serviço as demais unidades geradoras.

A par do novo surto de crescimento da demanda de energia elétrica nas regiões a serem atendidas por Itaipu no Brasil, deve ser recordado que o setor elétrico brasileiro, desde 1980, adotou providência no campo das obras de geração de energia elétrica, no sentido de não permitir capacidade ociosa e impedir a dispersão de esforços na aplicação de investimento.

Isso assegura a utilização plena, pelo mercado brasileiro, da oferta de toda energia disponível na Central de Itaipu, imperativo a ser observado pelas razões já expostas anteriormente.

2.3 — Sem a energia de Itaipu, no ritmo programado para a entrada em serviço das restantes 16 unidades geradoras, entre 1985 e 1990, o mercado de energia elétrica das regiões Sudeste e Sul do país, pode ficar sujeito ao racionamento.

### 2.3.1 — A Premissa

Três fatores, que se associam por suas conseqüências, compõem, em última análise, a problemática do atendimento do crescimento da demanda de energia elétrica, num horizonte de 5 anos, nas regiões Sudeste e Sul do país;

- 1) A retomada, desde 1983, do crescimento da demanda de energia elétrica nas regiões a serem



atingidas por Itaipu (7,5% em 1983 e 11,4% em 1984);

- 2) o adiamento da construção das demais obras de geração de eletricidade nas regiões Sudeste e Sul do país;
- 3) a consideração de que, sob o ponto de vista técnico, não há mais tempo hábil para implantar e pôr em operação novas fontes energéticas, nas regiões Sudeste e Sul do país, num horizonte de 5 anos, em substituição à oferta do insumo energético pela Itaipu.

### 2.3.2 — As Ilações

- 1) Não há outra opção para o atendimento do crescimento da demanda de energia elétrica nas regiões Sudeste e Sul, ou se prossegue a construção da Itaipu de forma que até 1990 todas as suas 18 máquinas estejam em operação, ou criar-se-á grave situação de déficit deste insumo energético na área que concentra 75% do potencial do país, com gravíssimas consequências sociais e econômicas para o Brasil;
- 2) O retardamento da entrada em serviço das demais dezesseis unidades geradoras da Itaipu, entre 1985 e 1990 e a não-aquisição da potência progressivamente disponível em Itaipu pelo sistema elétrico do Brasil, afeta todo o arcabouço econômico-financeiro para possibilitar, a longo prazo (cerca de 40 anos) o pagamento das dívidas contraídas, com a garantia do Governo Brasileiro, para a construção da Central Hidrelétrica, pagamento este que a Entidade Binacional fará com os recursos oriundos da venda da potência instalada aos três compradores já mencionados: FURNAS e ELETROSUL, no Brasil, ANDE, no Paraguai.

A base de cálculo para o pagamento dos compromissos da Entidade Binacional, é, obviamente, o valor da tarifa, no barramento da Usina de Itaipu, única fonte de receita da Entidade Binacional, decorrente da venda de seu produto — a energia elétrica.

3. A tarifa da energia elétrica produzida pela Central Hidrelétrica de Itaipu.

#### 3.1 — Enfoque sob o ângulo restrito da Entidade Binacional a quem

os dois Governos deram concessão

As bases para o cálculo da tarifa da energia elétrica produzida pela Central Hidrelétrica de Itaipu estão estabelecidas e definidas no "Tratado de Itaipu" (1873) e seu Anexo "C".

De acordo com esse Anexo "C", o "Custo do Serviço de Eletricidade", no barramento da Usina de Itaipu será composto das seguintes parcelas anuais:

- o montante para o pagamento dos encargos financeiros dos empréstimos recebidos;
- o montante necessário para o pagamento da amortização dos empréstimos recebidos;
- o montante necessário para o pagamento à ELETROBRÁS e à ANDE de rendimentos sobre o capital;
- o montante necessário para o pagamento em partes iguais ao Tesouro do Brasil e ao Paraguai, de "royalties", pelo uso da água do rio Paraná;
- o montante necessário para o pagamento à ELETROBRÁS e à ANDE, em partes iguais, a título de ressarcimento de encargos de administração e supervisão relacionados com a Itaipu;
- o montante necessário à remuneração ao Paraguai pela energia cedida ao Brasil e não consumida por aquele país.

É importante ressaltar que nos primeiros 20 a 30 anos, as duas primeiras parcelas entram com cerca de 90 a 95% do montante necessário a arrecadar anualmente, e que depois, progressivamente, tendem a reduzir-se.

É natural que nos primeiros anos a receita de Itaipu não gerará recursos suficientes para o cumprimento do pagamento das parcelas anteriormente mencionadas. Há necessidade imperiosa de "rolar" a dívida constante das duas primeiras parcelas citadas.

#### 3.2 — O enfoque sob o ângulo do compromisso de harmonizar dois interesses: o da entidade Binacional e o das Empresas Concessionárias dos Serviços Públicos de Eletricidade

Ainda sob o prisma da fixação da tarifa de venda da Itaipu, há outro ângulo a considerar, qual seja: o de harmonizar, na medida do possível, o interesse da Entidade Binacional com o interesse das empresas concessionárias dos servi-

ços públicos de eletricidade, que compram a energia de Itaipu.

Nesse quadro, esforços devem ser realizados para que a tarifa situe-se num patamar que atenda ao preço médio que o insumo é vendido aos consumidores no Brasil e no Paraguai, produzido pelas fontes de eletricidade locais.

#### 4. Alguns comentários quanto a futuros aproveitamentos binacionais, com a participação do Brasil.

No que tange ao Brasil e Paraguai, a Itaipu já aproveitou todo o potencial hidráulico existente entre os 2 países no rio Paraná, desde e inclusive o Salto de Sete Quedas e a foz do rio Iguçu. Quanto a aproveitamentos hidrelétricos entre o Brasil e outros países limítrofes, existem estudos preliminares relativos a possível aproveitamento no rio Uruguai, entre o Brasil e a Argentina.

#### 5. Alguns comentários quanto à possibilidade de utilização no exterior da experiência nacional, no setor da hidroeletricidade

Sem dúvida, a construção da Central Hidrelétrica de Itaipu projetou, para o exterior, a técnica e tecnologia brasileira peculiar à construção de centrais hidrelétricas.

O progresso das empresas privadas de serviços de engenharia no Brasil, acompanhou a evolução do setor elétrico, nestes últimos vinte anos, criando-se equipes especializadas e competentes para a realização de estudos e projetos nas áreas da hidroeletricidade.

Basta citar, para ilustrar, que o desenvolvimento dos projetos detalhados de engenharia da Itaipu, foram integralmente realizados por firmas brasileiras consorciadas a firmas paraguaias, envolvendo cerca de 30.000 desenhos.

Atualmente existem no Brasil diversas firmas consultoras de engenharia de maior porte, envolvidas em projetos do setor elétrico, abrangendo, fundamentalmente, a geração e transmissão da energia elétrica.

Presentemente, as empresas privadas engajadas na elaboração de diversos projetos para atender o programa de expansão da energia elétrica, incluindo desde os estudos de inventários do potencial hidrelétrico e projetos de engenharia até a construção, fabricação de equipamentos e montagem de usinas.

Ademais, a experiência adquirida por essas empresas que desenvolvem traba-



lhos para o Setor Elétrico tem efeito multiplicador, já que pode ser transferida não só para outros tipos de empreendimentos, como para o exterior.

Em suma, os indicadores que foram consignados comprovam como o Brasil está em condições de ampliar a exportação de serviços peculiares ao setor elétrico, sem prejuízo do seu programa de expansão da infra-estrutura de eletricidade.

## As pequenas centrais de geração de energia elétrica

### CÉSAR AUGUSTO LOURENÇO FILHO

Assessor da Diretoria de Planejamento e Engenharia da ELETROBRÁS. Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestre em Ciências da Engenharia pela Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da UFRJ, foi chefe da Divisão de Engenharia da Geração e adjunto do Departamento de Geração da ELETROBRÁS.

**A**s pequenas centrais de geração de energia elétrica são de dois tipos: hidrelétricas e termelétricas, sendo que estas últimas se subdividem em duas; as que queimam biomassa, principalmente lenha, e as que queimam derivados de petróleo.

Para maior facilidade de exposição, iremos abordá-las separadamente, começando pelas hidrelétricas.

#### 1. Pequenas Centrais Hidrelétricas

A geração de energia elétrica no Brasil, a partir da utilização de recursos hídricos, começa no ano de 1883, com a implantação da usina hidrelétrica do Ribeirão do Inferno, em Diamantina (MG), fornecendo energia para atividades de mineração, através de dois geradores de cerca de 6 KW cada um.

Em 1887, é posta em funcionamento a hidrelétrica do Ribeirão dos Macacos, propriedade de "Cia des Mines d'or du Paris", localizada em Honório Bicalho, atual município de Nova Lima (MG), gerando uma potência bruta de 370 KW. A energia produzida era consumida em trabalhos de mineração e nas residências dos empregados.

Os geradores da época eram de potência muito diminuta, o que possibilitava atender, somente, necessidades de fazendas e de pequenas indústrias, geralmente têxteis e de minerações, ressaltando-se que a geração era então para uso exclusivo dos próprios produtores.

Pouco a pouco, as potências instaladas vão aumentando, sobrepondo às vezes, em muito, as necessidades do proprietário. Com isto, e vislumbrando uma maior rentabilidade do investimento na usina, o autoprodutor passa, também, a construir redes de distribuição e começa

a fornecer eletricidade às populações das áreas onde desenvolvia suas atividades.

Em 1888 é fundada, na cidade de Juiz de Fora (MG), a Companhia de Eletricidade, a qual inaugura, em 1889, a primeira usina hidrelétrica brasileira para serviços de utilidade pública, denominada de "Marmelos-Zero", com dois geradores monofásicos de 125 KW cada, com a tensão de 1000 volts e frequência de 60 Hz.

Em 1896, foi instalada a Usina Marmelo 1, no mesmo local, com potência de 1850 KW.

Assim sendo, entre os anos de 1880 e 1900, a geração de energia elétrica, a partir de pequenas hidroelétricas, é implantada em várias cidades. São geralmente empreendimentos privados, nacionais e estrangeiros, empregando materiais e equipamentos importados.

Em 1900, a potência instalada no Brasil é de 12085 KW, dos quais 6565 KW são provenientes de usinas térmicas e 5500 KW de usinas hidrelétricas.

A partir de 1900, multiplicam-se as companhias que geram, transmitem e distribuem energia elétrica nas pequenas localidades. Tal fato contribui para uma maior divulgação dos benefícios da energia elétrica e, a partir da primeira década do século, definem-se então três tipos de produtores de energia elétrica; as grandes companhias concessionárias, as pequenas concessionárias e os autoprodutores.

As grandes companhias, como "Light and Power Co." (LIGHT) e "American Foreign Power Company" (ANFORP), no princípio controladas por capital estrangeiro e, posteriormente, nacionalizadas, iniciam suas atividades próximas aos grandes centros de consumo.

A usina hidrelétrica Parnaíba, rio Tietê (SP), construída e inaugurada pela "Light and Power Co.", em 1901, marca o início das atividades das grandes concessionárias no Brasil. Sua capacidade geradora inicial foi de 2000 KW, marco excepcional para a época, atingindo 16000 KW em 1912, com sucessivas ampliações.

Na década de 50, o Governo passou a atuar intensamente na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica,