

Panorama da oferta de energia elétrica

ALTINO VENTURA FILHO

Chefe do Departamento de Geração da ELETROBRÁS. Engenheiro eletricitista pela Escola de Engenharia da Universidade de Pernambuco, com pós-graduação na Universidade de São Paulo e na Universidade do Rio de Janeiro, foi engenheiro do Departamento de Energia da Sudene e chefe da Divisão de Planejamento da Geração da ELETROBRÁS.

As principais características que distinguem o sistema gerador de energia elétrica brasileira são as seguintes:

a) sistema de grande porte, predominantemente hidrelétrico, que ainda dispõe de significativo potencial para sua evolução.

De fato, no final de 1984, a capacidade instalada nas concessionárias e autoprodutores no país alcançou 41.662 MW, dos quais 85% correspondem a usinas hidrelétricas. A produção bruta, em 1984, ultrapassou 170 TWh, com uma participação hidrelétrica de 94%.

A capacidade hidrelétrica instalada corresponde ao aproveitamento de aproximadamente 16% do instalável no país;

b) grandes distâncias entre as usinas geradoras e os principais centros de carga.

O potencial hidrelétrico das bacias hidrográficas mais próximas aos principais centros de carga está paulatinamente se esgotando em função das crescentes necessidades de energia.

Dessa forma, tem-se que recorrer progressivamente à energia proveniente de bacias mais distantes. A longo prazo, esta característica deverá se acentuar, com o aproveitamento do potencial hidrelétrico da região Norte para atendimento aos mercados das regiões Nordeste e Sudeste, envolvendo distâncias da ordem de 2.500 km, entre as usinas geradoras e os principais centros de carga.

c) grande volume de armazenamento nos reservatórios, que permite a regularização plurianual, normalmente de 4 a 5 anos.

A disponibilidade de geração de energia elétrica do sistema brasileiro, predominantemente hidrelétrico, está direta-

mente ligada à disponibilidade de água nas usinas, resultante das vazões naturais dos rios e da utilização do armazenamento dos reservatórios.

A hidraulicidade da maioria das bacias hidrográficas brasileiras caracteriza-se pela existência de seqüências de anos secos, consecutivos, onde as vazões naturais apresentam-se inferiores à média. Como conseqüência, desde o seu início, os sistemas elétricos no Brasil foram concebidos com aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de capacidade de regularização plurianual, de modo a garantir a produção de energia de forma contínua, através do armazenamento da água, nos anos de vazões favoráveis, para sua utilização nos períodos secos.

Os reservatórios permitem armazenar conjuntamente uma quantidade de água suficiente para produzir a energia afluyente média durante cerca de 6 meses.

Parque Energético Instalado e em Implantação

a) Parque Energético Instalado

O Quadro 1 a seguir apresenta a capacidade instalada no Brasil, desmembrada por tipo de usina e por região geográfica

Na Região Sul está incluído o total instalado na UHE Itaipu em 31/12/84, $2 \times 700 = 1.400$ MW, usina de propriedade conjunta do Brasil e Paraguai.

Em termos de Brasil, a capacidade instalada em usinas térmicas, por tipo de combustível utilizado, está apresentada no Quadro 2.

A capacidade instalada nos autoprodutores alcança 3.169 MW (7,6% do total no País), sendo predominantemente térmica 2.547 MW (80,4% do total instalado em autoprodutores).

Como se verifica e conforme já referido anteriormente, a participação hidrelétrica na capacidade instalada é de 85%.

Com relação às usinas térmicas, estavam em operação, até o final de 1984, somente unidades convencionais, utilizando como combustível o carvão, derivados de petróleo (óleo diesel e óleo combustível) e outros (bagaço de cana, lenha, carvão vegetal, etc.). A usina nuclear Angra I de 675 MW encontrava-se, no final de 1984, em teste operacional.

As unidades térmicas a carvão estão localizadas na Região Sul, sendo a maior parcela em Santa Catarina (Jorge Lacerda — 482 MW) e no Rio Grande do Sul (Candiota — 132 MW).

QUADRO 1
BRASIL
CAPACIDADE INSTALADA EM 31/12/84 *
CONCESSIONÁRIAS E AUTOPRODUTORES

REGIÃO	Hidro	Térmica	Total
Norte	719	1.033	1.752
Nordeste	5.669	1.048	6.717
Sudeste	21.514	2.664	24.178
Sul	7.080	1.197	8.277
Centro-Oeste	542	196	738
Total	35.524	6.138	41.662

(*) Em MW

QUADRO 2
BRASIL
CAPACIDADE INSTALADA TÉRMICA EM 31/12/84(*)

Diesel	Combustível	Carvão	Outros	Total
1.617	2.387	788	1.347	6.138

(*) Em MW.

As unidades térmicas a derivados de petróleo dos dois sistemas interligados do País — Sudeste/Centro-Oeste/Sul e Norte (Sistema Tucuruí)/Nordeste compõem a reserva do sistema, sendo sua operação programada apenas para as condições de baixa hidraulicidade nas usinas hidrelétricas ou em condições de emergência no sistema de transmissão.

As unidades térmicas a derivados de petróleo dos sistemas isolados estão localizadas, quase que na sua totalidade, nas Regiões Norte e Centro-Oeste e constituem-se na atual fonte de geração de energia elétrica nestes sistemas, sendo óleo diesel o combustível mais usado. Existem algumas poucas usinas hidrelétricas nestes sistemas, como, por exemplo, a UHE Coaracy Nunes, no Amapá, e a UHE Curuá-Una, no Pará.

No que concerne à produção de energia elétrica, as concessionárias e autoprodutores conjuntamente alcançaram o valor bruto de $176,5 \times 10^3$ GWh em 1984 no país, dos quais 94% de origem hidrelétrica. Esta participação da geração hidrelétrica, no total, é superior à da capacidade hidrelétrica instalada (85% do total), devido ao fato de se fazer um uso mais intenso das usinas hidrelétricas, Aproveitando hidrologias favoráveis e, consequentemente, economizando combustível.

A parcela de geração térmica — 10.300 GWh, 6% do total de 1984 — desmembrada por tipo de combustível utilizado apresentou, em 1984, a seguinte estrutura: carvão — 28%; óleo combustível — 25%; óleo diesel — 11% e outros (lenha, carvão vegetal, bagaço de cana, etc.) — 36%.

O consumo de derivados de petróleo para produção de energia elétrica no Brasil, em 1984, alcançou cerca de 690.000 toneladas de óleo combustível e 420.000×10^3 l de óleo diesel; aproximadamente, 50% deste consumo de derivados de petróleo foi na Região Norte, cujo mercado de energia elétrica, em 1984, foi de apenas 2% do total do País.

b) Parque Energético em Implantação

Das principais usinas em construção, complementação ou ampliação e em estudo para implantação até 1995, destacam-se, pelo porte, as seguintes hidrelétricas acima de 1.000 MW: Itaipu (Bina-cional, Brasil/Paraguai — 12.600 MW), Tucuruí (7.260 MW), Xingó (5.000 MW), Itaparica (2.500 MW), Ilha Grande (2.000 MW), Porto Primavera (1.800 MW), Itá (1.500 MW), Segredo (1.260

MW), Machadinho (1.200 MW) e Serra de Mesa (1.200 MW). Destas usinas, apenas duas já estavam com as primeiras unidades em operação no final de 1984: Itaipu (2 x 700 MW) e Tucuruí (2 x 330 MW).

O programa de usinas térmicas consta das unidades nucleares de Angra I, II e III (3.307 MW), das unidades a carvão Jorge Lacerda IV (350 MW), Candiota III (335 MW) e Jacuí (350 MW) e das unidades a lenha de Balbina (50 MW).

Este programa de expansão permitirá que o País alcance, sem computar os acréscimos dos autoprodutores, uma capacidade instalada de aproximadamente 62.000 MW em 1990 e cerca de 81.000 MW em 1995, mantendo-se a participação hidrelétrica, nesta capacidade instalada, em torno de 85%. Desta forma alcançar-se-ia em 1995, um aproveitamento de cerca de 33% da capacidade hidrelétrica instalável no Brasil.

Domínio da Tecnologia da Geração/ Capacidade de Fabricação

A implantação da capacidade instalada de quase 42.000 MW permitiu ao Brasil desenvolver e consolidar a tecnologia da geração de energia elétrica, nas suas diferentes fases e/ou setores: estudos e projetos, indústria de equipamentos, construção e montagem, operação e manutenção e gerenciamento dos empreendimentos. De fato, no que concerne aos serviços de engenharia de construção de usinas geradoras, bem como os estudos e projetos necessários, à implantação do programa de geração, as empresas de consultoria existentes no País estão devidamente preparadas, quantitativa e qualitativamente. As concessionárias de energia elétrica, por outro lado, dispõem, nos seus quadros, de pessoal capacitado para a execução de parte desses serviços de engenharia e para gerenciá-los.

Quanto à construção propriamente dita, o Brasil dispõe hoje de um número adequado de construtores e montadoras aptas à execução de empreendimentos de qualquer porte, tanto na área de hidrelétricas quanto na de termelétricas.

Quanto à fabricação de equipamentos, em função do crescimento do mercado de energia elétrica e do programa de expansão nos últimos 15/20 anos, que demandou bens de capital de elevado conteúdo tecnológico, foram instaladas no Brasil diversas fábricas, com aporte de capitais nacionais, privados e

governamentais, complementado por investimentos estrangeiros.

A indústria nacional encontra-se estruturada segundo diferentes estágios, podendo ser considerada como bastante moderna, com fábricas bem montadas e, em geral, equipadas com maquinarias de modelos recentes. Está, qualitativa e quantitativamente, em condições de fornecer toda a gama de equipamentos, componentes e materiais necessários às instalações de geração programadas pelo Setor Elétrico, sendo registradas exceções no que tange às usinas termelétricas.

Além disso, um conjunto de fábricas de máquinas-ferramentas, capazes de gerar a produção de novas máquinas, completa o ciclo de reequipamento da indústria nacional.

Torna-se oportuno registrar que existe dependência externa quanto a alguns importantes componentes, matérias-primas e insumos, como vernizes, esmaltes, resinas, etc., que devido ao nível de consumo continuarão a constar da pauta de importações por algum tempo, na medida em que estes produtos são produzidos internacionalmente por fabricantes tradicionais, capazes de atender à demanda mundial.

Vale mencionar a fabricação dos equipamentos para a hidrelétrica de Itaipu, por diversos fabricantes locais, tendo sido alcançado um índice de nacionalização de 85% nas turbinas hidráulicas e nos hidrogeradores desta usina, os mais potentes já fabricados no mundo.

Quanto às usinas termelétricas, a estrutura industrial apresenta carências em diversos aspectos, particularmente no que concerne ao manuseio e tratamento do carvão e outros combustíveis, tais como madeira, bagaço de cana e a turfa, e à fabricação de turbogeradores de porte superior a 150 MW.

A atual capacidade de fabricação dos equipamentos é suficiente para atender o mercado interno, havendo na realidade uma margem razoável para exportação. Como exemplo, pode-se citar a capacidade de fabricação de turbinas e hidrogeradores de 9.700 MW/ano e 8.900 MVA/ano respectivamente (valores de 1982), enquanto que o programa de expansão da geração no País é, em média, de cerca de 3.200 MW/ano no período 1985/95, o que resulta numa ocupação média de cerca de 33%.

Finalmente, vale a pena destacar, como apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, o papel desempenhado pelo Centro de Pesquisas de Ener-

gia Elétrica — CEPEL, criado pela ELETROBRÁS em 1974 por orientação do Ministério das Minas e Energia. Dotado de recursos humanos altamente qualificados e de instalações de ensaios e testes comparáveis às mais conceituadas entidades congêneres internacionais, o CEPEL apresenta-se, hoje, como o instrumento mais adequado de apoio tecnológico ao setor. Suas instalações, distribuídas entre o Laboratório de Sistemas Elétricos — LSE e o Laboratório de Equipamentos Elétricos — LEE, permitem a realização de praticamente todos os estudos, ensaios experimentais e testes necessários ao desenvolvimento da tecnologia aplicável ao setor em futuro previsível.

BIBLIOGRAFIA

- Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o ano 2000, março/1982.
- Política e Planejamento do Setor de Energia Elétrica no Brasil — Antônio Carlos Tatit Holtz/ELETROBRÁS, agosto/82.
- ELETROBRÁS — Relatório Anual — 1983.
- Siese — Boletim Trimestral — out/nov/dez — Síntese Anual — 1984
- MME/DNAEE — Programa de Substituição de Energéticos Importados por Eletricidade — Eletrotermia/Política — Módulo 4 — 1984.

História da implantação de um aproveitamento hidráulico

ALBERTO JABOUR

Assistente-Executivo da Diretoria de Engenharia e Construção das Centrais Elétricas do Sul — ELETROSUL. Engenheiro civil pela Universidade Federal do Paraná, foi chefe da Divisão de Programação e Custos, do Departamento de Construção e Geração e do Departamento Salto Santiago da ELETROSUL. Foi também assessor especial da Ilha Grande/ELETROSUL.

Quando uma hidrelétrica começa a gerar energia, o país cresce. Mais usinas, quando postas a funcionar, produzem o mesmo resultado: cada vez mais, afastam o risco de cortes de eletricidade, garantindo que milhões de pessoas possam se utilizar dessa forma não poluente, barata e renovável de energia.

O Brasil precisa de mais energia elétrica para melhorar a qualidade de vida da população. Mais energia significa também a criação de empregos e aumento de nível de conforto em nossos lares.

É tarefa do Governo organizar o crescimento econômico. E é como propulsor desse crescimento que o sistema elétrico é planejado para atender o contínuo aumento de consumo.

O preço a ser pago pela energia assim fornecida deve ser justo. Os debates sobre a política tarifária, ora renovados, conduzirão certamente ao estabelecimento de critérios que melhor atendam os anseios nacionais.

A tarifa de energia elétrica busca refletir os investimentos e custos de operação da rede de distribuição que alimenta o consumidor, do sistema de transmissão que liga essa rede à usina e da própria usina. E é desta que falaremos a seguir.

Trabalhos Iniciais

Cada obra é um novo desafio. Entre a idéia e a realidade é preciso muita rocha, muito concreto, muito aço, muita tecnologia, muita criatividade, muita gente, num trabalho de equipe longo e diversificado, até que se consiga tirar de um rio a energia que ele tem.

Tudo começa num escritório, numa prancheta. Um grupo estuda uma bacia

hidrográfica. Avalia seu potencial, os locais mais interessantes, os custos envolvidos, concentra seu trabalho nas áreas mais promissoras.

É uma fase de muita pesquisa bibliográfica e também de estudos do local, com equipes de topógrafos e geólogos, com vôos de reconhecimento e para obtenção de aerofotos; de trabalhos de medições das vazões nas enchentes e vazantes e do levantamento das seções mais importantes do rio; de estudos meteorológicos; das avaliações energéticas e impactos sócio-econômicos e ambientais.

Vai-se definindo então qual a melhor forma de dividir em degraus a declividade natural do rio, a cada degrau correspondendo uma usina. É a chamada divisão de quedas: como extrair o máximo de benefícios energéticos, ao mínimo custo, provocando o menor impacto negativo possível na área de implantação.

Para cada usina são formuladas várias alternativas de arranjo geral das estruturas que a compõem: onde situar a barragem, o descarregador de cheias, as estruturas para tomada d'água, casa de máquinas, subestação. Como desviar o rio de seu curso natural para permitir a construção dessas obras; em quanto tempo se faz tudo isso e quanto irá custar fazê-lo dessa maneira; qual a infraestrutura de apoio local e os acessos necessários de que a região não dispõe.

Descartar o mais cedo possível os locais menos promissores é garantir concentração de recurso — escassos por princípio — aos locais mais favorecidos, permitindo convergência mais rápida dos resultados.

Essa etapa é chamada de Estudo de Inventário. Quando se decide quais os projetos que serão levados avante, dentre todos os locais pesquisados, passamos ao chamado Estudo de Viabilidade. Tanto o Inventário quanto a Viabilidade seguem um roteiro que pode ser assim resumido:

a) Estudos Preliminares

É feita a identificação de locais aproveitáveis, após coleta e análise dos dados disponíveis. Formulam-se, a partir daí, alternativas de divisão de queda, en-