

O POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO*

Sérgio Barbosa de Almeida **

INTRODUÇÃO

O nível de desenvolvimento e bem-estar das sociedades modernas está intimamente associado à disponibilidade de energia elétrica, em quantidade, qualidade e preços adequados.

A difusão do uso da eletricidade, iniciada há pouco mais de um século, pode ser atribuída a duas de suas características essenciais: a transmissibilidade e a flexibilidade. A primeira permite o transporte de energia elétrica a grandes distâncias, sem perdas significativas, e a segunda diz respeito à facilidade de conversão de eletricidade em outras

formas de energia, como a luz, o calor e a energia mecânica.

No Brasil, a eletricidade ocupa posição hegemônica e, segundo dados do ano de 1990, sua participação é de 37,2% da energia total consumida, contra 32,7% dos derivados de petróleo, 8,9% da lenha, 6,8% do bagaço de cana, 3,5% do carvão vegetal, 3,5% do álcool etílico e 6,4% das demais substâncias energéticas (BRASIL. SNE. Boletim..., 1991).

A produção de energia elétrica sempre resulta da transformação de outros tipos de energia - as chamadas fontes primárias - e se realiza basicamente em usinas hidrelétricas e termelétricas, entre estas últimas incluídas as usinas nucleares ou nucleoeletricas. As fontes primárias podem ser classificadas

* Recebido para publicação em 17 de janeiro de 1992.

** Chefe da Divisão de Recursos Hídricos do Departamento de Estudos Energéticos da Diretoria de Planejamento e Engenharia da ELETROBRÁS.

O autor assume integral responsabilidade pelos conceitos e opiniões apresentados neste artigo. Entretanto, sente-se no dever de manifestar seus agradecimentos aos inúmeros colegas da ELETROBRÁS e de várias concessionárias de energia elétrica, que contribuíram para sua elaboração, fornecendo informações, esclarecendo dúvidas e oferecendo sugestões. Dentre tantos, porém, cumpre destacar a participação da Eng^o Norma Soares Bond, da ELETROBRÁS, que, com seu espírito crítico aguçado, construtivo e amigo, colaborou decisivamente na realização do trabalho. Vale, por fim, assinalar o apoio administrativo dos colegas Vera Lúcia Ramos Araújo, Robson da Costa e Eberli da Silva Pereira que, com a boa vontade costumeira, datilografaram a versão original do artigo.

em renováveis e não renováveis. No primeiro grupo destacam-se as fontes hidráulicas, a lenha, a cana-de-açúcar e a biomassa e, no segundo, o petróleo, o gás natural, o carvão mineral, o urânio e outros minerais físséis.

A seleção da fonte que será utilizada na geração de energia elétrica depende da sua disponibilidade, do custo das instalações necessárias ao seu aproveitamento e dos efeitos ambientais do processo industrial de transformação.

As principais vantagens e desvantagens da utilização das usinas hidrelétricas e termelétricas são indicadas, resumidamente, a seguir.

A principal virtude das usinas hidrelétricas é utilizar como "combustível" a água dos rios, um recurso natural renovável, o que resulta na produção de energia a um baixo custo operacional. No entanto, seus custos de construção e instalação são, normalmente, mais elevados que os das usinas termelétricas de mesma potência. Além disso, as hidrelétricas exigem locais com características físicas especiais para sua construção, frequentemente situados a grandes distâncias dos centros de consumo. Tendo em vista, também, que a disponibilidade de água é variável no espaço e no tempo, é importante conjugar usinas hidrelétricas com reservató-

rios artificiais que permitam a utilização da água armazenada nos períodos em que as condições hidrológicas sejam desfavoráveis. Tais reservatórios podem afetar significativamente as atividades econômicas e os ecossistemas singulares das áreas ocupadas, em razão do que a decisão de construir usinas hidrelétricas deve levar este fato em consideração.

As usinas termelétricas, por seu turno, apresentam a vantagem de poderem ser instaladas mais rapidamente, utilizando projetos já disponíveis. Seus custos de implantação são inferiores aos das hidrelétricas e não há dificuldades para situá-las próximo aos centros de consumo, daí resultando sistemas de transmissão mais curtos e menos complexos. A grande desvantagem destas usinas com relação às hidrelétricas é que o custo do combustível necessário para fazê-las operar pode ser tão elevado que não seja compensado por todas as vantagens apontadas. Além disso, os subprodutos resultantes da queima de combustível provocam efeitos ambientais indesejáveis que, por vezes, tornam recomendável afastar as termelétricas dos centros urbanos e, ainda assim, sem a garantia de que não acarretarão problemas em áreas longínquas, como o de ocorrência das chuvas ácidas, por exemplo.

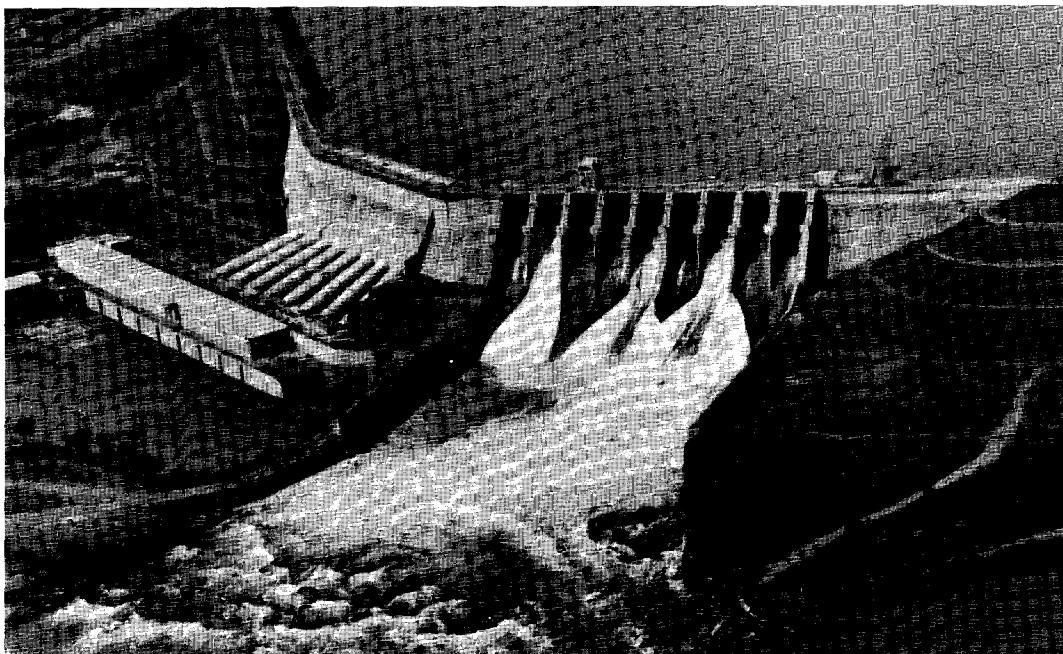


FOTO 1 - "Usina Hidrelétrica de Marimbondo, no rio Grande - São Paulo/Minas Gerais. Vista da barragem, vertedor (D), casa de força (E) e do reservatório."

No caso das usinas nucleares, também identificadas como usinas termelétricas não convencionais, o processo industrial de geração de energia elétrica é menos poluente. Como desvantagens principais das usinas nucleoeletrônicas destacam-se as dificuldades de destinação do chamado "lixo atômico", resultante, preponderantemente, do processo de fissão nuclear dos minerais utilizados como combustível, e a intranquilidade gerada pelas dúvidas quanto à sua segurança operacional, compartilhada por parcelas significativas da sociedade. Este sentimento foi reforçado por acidentes ocorridos em instalações do gênero, dentre os quais destacam-se os de Three Mile Island, nos EUA, e de Chernobyl, na Ucrânia.

As características físicas do Brasil, em especial a abundância de rios caudalosos, aliada à dimensão relativamente reduzida das nossas reservas de petróleo e de carvão mineral, conduziram à implantação de um sistema de geração de base predominantemente hidrelétrica. Atualmente, cerca de 97% da nossa energia elétrica provêm de fontes hidráulicas, que ainda deverão desempenhar um importante papel pelo menos ao longo das duas próximas décadas, estimando-se que responderão por mais de 80% da produção total de eletricidade no ano 2010 (BRASIL. SNE. Reexame..., 1991).

O potencial hidrelétrico brasileiro está estimado em 129 246 MW médios de energia firme, correspondendo a mais de 10% do potencial do globo terrestre. Desse total, cerca de 25% encontram-se aproveitados e da parcela restante quase 2/3 situam-se na Região Amazônica. Estes números indicam que o Brasil dificilmente poderá abrir mão da utilização dos seus recursos hidrenergéticos, mesmo os situados na Amazônia. O desafio que se coloca para a sociedade brasileira é definir a parcela a ser explorada, em que época, em que condições, a que custos e sem que daí resultem efeitos sobre o meio ambiente considerados inaceitáveis.

Na seqüência deste trabalho apresenta-se, resumidamente, a evolução do conhecimento do potencial hidrelétrico brasileiro até os dias de hoje, as metodologias para sua avaliação e sua distribuição espacial. Em seguida, descrevem-se as principais características do nosso sistema elétrico, os processos de planejamento da expansão e da operação que embasam o aproveitamento do potencial hidrelétrico e o modelo institucional do setor de energia elétrica ora vigente.

Alguns aspectos relevantes no aproveitamento do potencial são também assinalados, em especial os referentes ao processo de tomada de decisões relativas aos novos empreendimentos, ao uso múltiplo dos recursos hídricos, aos estudos e medidas de proteção socioambiental e ao potencial hidrelétrico situado na Amazônia.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

Evolução do Conhecimento do Potencial

O aproveitamento dos recursos hídricos para fins de produção de energia elétrica teve início, no Brasil, no ano de 1889 com a construção da Usina Hidrelétrica de Marmelos, no rio Paraibuna, próximo à cidade de Juiz de Fora - MG - , com 240 kW de potência instalada.

Nas décadas seguintes, os estudos para levantamento do potencial hidrelétrico restringiram-se à identificação de locais adequados à implantação de usinas, tais como corredeiras e cachoeiras, junto aos principais centros urbanos, sem preocupação com o aproveitamento da energia do conjunto de rios das bacias hidrográficas.

Até o início da década de 60, os sistemas elétricos existentes no País eram de pequeno porte, exceto aqueles em torno das cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo. A responsabilidade por sua construção cabia a uma multiplicidade de agentes, privados e governamentais, cujas ações visavam exclusivamente ao atendimento de suas respectivas áreas de concessão. Os sistemas de transmissão eram constituídos por redes pouco complexas, ligando as fontes geradoras aos centros de consumo. A potência instalada evoluiu de 5,5 MW no ano de 1900 para 140 MW em 1910, 1 936 MW em 1950 e alcançou 6 000 MW em 1962, pouco mais de 10% dos 55 203 MW disponíveis no final de 1990.

Em 1961, ano de promulgação da lei que criou a ELETROBRÁS, iniciou-se a avaliação do potencial de forma global e sistematizada. A Tabela 1 apresenta a evolução histórica do conhecimento do potencial hidrelétrico brasileiro.



FOTO 2 - "Usina Hidrelétrica de Marmelos, no rio Paraibuna - Minas Gerais. Vista da casa de força."

TABELA 1
EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONHECIMENTO DO
POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

Ano	POTENCIAL		OBSERVAÇÕES
	Energia Firme (GW Médio)	Potência Instalável (GW)	
Até 1954	7,5	15	Nenhuma bacia inventariada. Estimativa parcial do País.
1955	13,0	26	Estimativa parcial do País.
1961	50,0	100	Primeira estimativa global do País.
1966	75,0	150	Nova estimativa já incluindo o inventário da Região Sudeste-Centro-Oeste.
1978	104,5	209	Inclusão dos inventários da Região Sul e bacias dos rios Tocantins, São Francisco (Nordeste) e Paraíba. Consideração da diversidade hidrológica.
1979	106,5	213*	Inclusão dos inventários das bacias dos rios Xingu e Paraguai.
1989	127,5	255	Inclusão de novos inventários em substituição a estimativas conservadoras adotadas para algumas bacias e utilização de dados mais precisos na estimativa de potencial.

Em final de 1991, o potencial hidrelétrico brasileiro estava estimado em 129 246 MW médios, permitindo a instalação de uma potência de aproximadamente 260 000 MW.

Como pode ser observado, o conhecimento do potencial tem evoluído gradativamente, tornando-se cada vez mais preciso na medida em que se realizam levantamentos das características físicas das bacias hidrográficas, através de estudos de escritório e de campo.

Deve-se destacar que esse valor do potencial hidrelétrico representa a parcela composta por aproveitamentos cuja avaliação técnico-econômica atendeu aos critérios vigentes na época de realização dos estudos. Em função disto, essa estimativa está sujeita a alterações, principalmente como decorrência da evolução dos critérios de aceitação de impactos ambientais por parte da sociedade, que ocorre com grande velocidade, não apenas no Brasil mas em todo o mundo. Em consequência, a viabilidade de algumas obras poderá ser contestada e mesmo decidida sua exclusão daquele conjunto, fato que resultará na redução do valor do potencial anteriormente apresentado.

Em contrapartida, o advento de novas tecnologias poderá viabilizar o aproveitamento de parcela do potencial hoje excluída por não apresentar competitividade com outras fontes, como é o caso da energia hidráulica dos rios de baixa declividade e dos situados em áreas sedimentares.

Metodologias de Avaliação do Potencial Hidrelétrico

Devido às dimensões da nossa malha fluvial, à necessidade de coletar e processar um grande número de informações e aos custos dos estudos, o levantamento do potencial é feito, basicamente, em duas etapas: avaliação de escritório e inventário.

Na avaliação de escritório é realizada uma análise preliminar das características da bacia hidrográfica, especialmente quanto aos aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos e ambientais, para verificar sua vocação para geração de energia elétrica e para outros usos da água. Essa análise, baseada exclusivamente em dados disponíveis, oferece uma primeira aproximação do potencial da bacia hidrográfica, uma estimativa de custo do seu aproveitamento, a indicação de bacias prioritárias para aprofundamento dos estudos na fase de inventário, e os prazos e custos para execução desses estudos.

Essa estimativa, realizada em bacias ainda não inventariadas e em rios ou trechos de rios não incluídos em estudos de inventário anteriores por terem sido considerados pouco atrativos, divide-se em dois níveis: avaliação do potencial individualizado e do potencial remanescente. Na primeira são identificados os locais de aproveitamento e definidas suas principais características geométricas, como níveis de água do reservatório e do canal de fuga; na segunda, apenas se estima o potencial hidrelétrico global de uma determinada sub-bacia ou de trechos de rios, normalmente situados nas cabeceiras da bacia em exame, sem a preocupação com a identificação dos possíveis locais de barramento.

O inventário hidrelétrico de uma bacia hidrográfica é a etapa em que é estabelecida a combinação de aproveitamentos, ou seja, a divisão da queda disponível na bacia, que no conjunto propicie o maior aproveitamento de energia, a um custo competitivo com fontes geradoras alternativas (normalmente usinas termelétricas) e que produza efeitos aceitáveis sobre o meio ambiente.

Da própria definição de inventário deduz-se que o valor do potencial utilizado nos estudos de planejamento da expansão do parque gerador de energia elétrica é variável no tempo, conforme já citado anteriormente.

A metodologia para realização dos estudos de inventário encontra-se consubstanciada no "Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas" (ELETROBRÁS. DEEN, 1984) e no "Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos" (ELETROBRÁS. DEEN, 1986). Estes manuais procuram apresentar, de forma organizada, a experiência adquirida pelas principais empresas concessionárias de eletricidade na realização de estudos de inventário e de meio ambiente, tendo sido elaborados com sua participação, sob a coordenação da ELETROBRÁS, a quem coube também a responsabilidade de publicá-los.

Tendo em vista que os critérios de aceitação, por parte da sociedade, dos efeitos ambientais resultantes da construção das usinas hidrelétricas evoluíram consideravelmente desde a publicação dos dois manuais citados, a realização de novos estudos deve apoiar-se também no II Plano-Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico -1991/1993 (ELETROBRÁS, 1990), igualmente elaborado de forma cooperativa por várias empresas, sob a coordenação da ELETROBRÁS.

Distribuição Espacial do Potencial Hidrelétrico

O valor total do potencial hidrelétrico brasileiro é composto pela soma da parcela avaliada em escritório com a inventariada. Esta última engloba aproveitamentos que foram objeto de exame mais detalhado, nas fases de estudos de viabilidade e projeto básico, e os que se encontram em construção e em operação.

A Tabela 2, a seguir, apresenta a distribuição do potencial hidrelétrico brasileiro nos vários estágios e por bacia hidrográfica, de acordo com a divisão do Território Nacional utilizada pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (BRASIL. DNAEE, 1987).

Na Tabela 2 aparece com destaque o potencial hidrelétrico das bacias dos rios Amazonas e Tocantins, este apenas parcialmente amazônico, avaliado em 68 559 MW/ano de energia firme, permitindo a instalação de cerca de 137 000 MW. Em face das discussões que ora se travam a respeito da utilização dos recursos naturais da Amazônia, que já ultrapassaram os limites das nossas fronteiras, são apresentadas mais adiante, em seção específica, algumas considerações sobre a construção de usinas hidrelétricas na região.

O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

Concepção do Sistema

Como já foi visto, o Brasil tem muitos atrativos ao uso da hidreletricidade, como uma densa rede hidrográfica, situada em área tropical, e uma relativa escassez dos combustíveis necessários ao funcionamento das usinas termelétricas.

Como as usinas hidrelétricas só podem ser construídas em locais que apresentem condições favoráveis, os sistemas de transporte de energia até os centros de consumo são, geralmente, extensos, o que, no Brasil, levou à implantação de aproximadamente 58 000 km de linhas de transmissão de alta voltagem (igual ou superior a 230 kV) até o ano de 1990 (ELETROBRÁS. Relatório..., 1991). Além disso, como a energia elétrica não pode ser armazenada e as disponibilidades hídricas são variáveis ao longo do tempo, as usinas hidrelétricas são normalmente conjugadas a reservatórios de acumulação de água que permitem a produção de eletricidade nas quantidades requeridas, mesmo nos períodos de estiagem.

TABELA 2
DISTRIBUIÇÃO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO
ENERGIA FIRME (MW/ano)
Situação em 1991

BACIAS	OPERAÇÃO E CONSTRUÇÃO	INVENTÁRIO/VIABILIDADE/PROJETO BÁSICO	ESTIMADO	TOTAL
TOTAL.....	30 990,893	46 435,852	51 832,760	129 245,500
Amazonas.....	190,120	16 667,597	37 195,500	54 053,217
Tocantins.....	3 516,177	9 459,100	1 530,400	14 505,677
Atlântica Norte-Nordeste.....	143,900	94,620	1 333,490	1 572,010
São Francisco.....	5 690,910	2 653,481	1 298,260	9 642,651
Atlântica Leste.....	742,341	5 154,610	1 679,700	7 576,651
Paraná.....	19 852,472	5 302,801	5 424,430	30 579,703
Uruguai.....	138,759	6 271,980	1 377,400	7 788,139
Atlântica Sudeste.....	716,214	831,663	1 993,580	3 527,454

Para garantir o atendimento ao mercado consumidor exclusivamente através da geração hidráulica, porém, é necessária a concepção de reservatórios de porte cada vez maior, na medida em que são consideradas hipóteses de ocorrência de estiagens cada vez mais severas. Por esta razão é economicamente interessante limitar as dimensões dos reservatórios projetados e realizar parte da geração em usinas termelétricas nos períodos hidrológicamente desfavoráveis, mesmo considerando o alto custo do combustível utilizado.

Adicionalmente, na medida em que as chuvas são variáveis não apenas no espaço mas também no tempo, tornou-se vantajoso interligar eletricamente os vários componentes do sistema, permitindo atender aos centros de consumo com usinas situadas em diferentes bacias hidrográficas, tirando partido da diversidade hidrológica das regiões. Esta interligação apresenta um efeito sinérgico, ou seja, proporciona uma produção energética superior a que seria possível obter pelo mesmo conjunto de usinas, se fossem isoladas entre si.

Estes argumentos são fundamentais para compreender a constituição no Brasil de um sistema elétrico hidrotérmico, de base predominantemente hidrelétrica, com forte interligação entre os seus componentes, dife-

rentemente da maioria dos outros grandes sistemas mundiais (com exceção do Canadá e da Noruega), cuja base de geração é termelétrica. A rigor, existem dois sistemas interligados que atendem, respectivamente, às Regiões Norte/Nordeste e Sul/Sudeste/Centro-Oeste, prevendo-se que, no futuro, venham a ser unificados em um grande sistema nacional.

O atendimento de eletricidade à população brasileira conta também com a contribuição das usinas isoladas que, apesar da sua pequena expressão do ponto de vista quantitativo, possuem grande importância social. No conjunto, os chamados sistemas isolados respondem por cerca de 1,5% do consumo público de eletricidade no País, distribuindo-se por uma área geográfica de baixa densidade demográfica e que representa quase 50% da superfície brasileira, compreendendo basicamente os estados da Região Norte e Mato Grosso, onde vivem 9 milhões de pessoas (GCPS. Relatórios..., 1990/91).

Finalmente, a produção de eletricidade no País é complementada por usinas pertencentes a autoprodutores, isto é, aquelas cuja energia destina-se ao consumo exclusivo do seu proprietário. Estima-se que esta energia represente 5% da energia total suprida pelos sistemas públicos interligados e isolados.

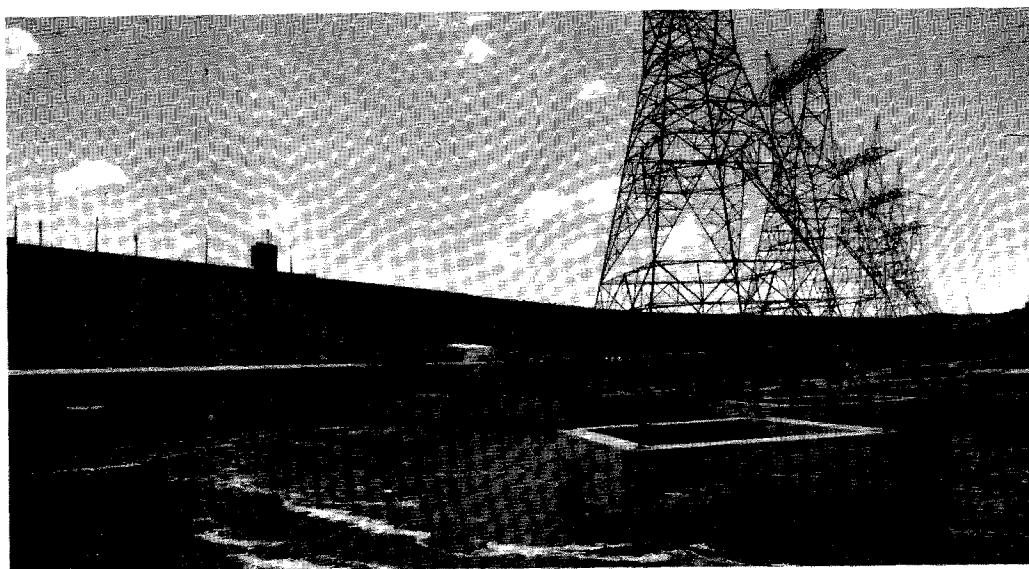


FOTO 3 - "Usina Hidrelétrica de Itaparica, no rio São Francisco - Bahia/Pernambuco. Vista da barragem e das torres de transmissão."

Planejamento da Expansão e da Operação dos Sistemas Elétricos

Conforme apresentado na seção anterior, a interligação entre usinas geradoras dos sistemas elétricos possui um efeito sinérgico, daí resultando, de imediato, a vantagem de poderem ser adiados investimentos em novas obras, para atendimento a um determinado mercado consumidor. Adicionalmente, é possível reduzir a queima de combustível nas usinas termelétricas mediante o intercâmbio de eletricidade entre regiões, de acordo com as condições hidrológicas mais ou menos favoráveis que cada uma esteja atravessando.

Para que se usufrua destas vantagens, porém, é necessário que a expansão e a operação dos sistemas sejam planejadas de forma coordenada, visando a conciliar os interesses dos diferentes agentes intervenientes na indústria de energia elétrica, seja no campo da oferta (geradores e distribuidores) seja no do consumo, baratear os custos operacionais e garantir a qualidade do serviço. Vale ressaltar que a necessidade de sobrepôr os interesses nacionais sobre outros também importantes, porém mais restritos, foi determinante para que a coordenação do planejamento da expansão e da operação tenha sido atribuída a uma empresa federal, no caso a ELETROBRÁS.

O planejamento da expansão dos sistemas elétricos brasileiros, que disciplina o aproveitamento futuro do nosso potencial hidrelétrico, é uma atividade complexa, por força, basicamente, da expressão econômica dos investimentos necessários a essa ampliação e do inter-relacionamento com outros setores da sociedade.

Como pontos principais da atividade de planejamento podem ser apontados a avaliação das demandas de energia elétrica resultantes da evolução da economia e da matriz energética, a formulação de estratégias de expansão das instalações de suprimento de eletricidade, o estabelecimento das perspectivas de geração através de instalações que utilizem diferentes fontes primárias e a identificação de ações relativas à preservação do meio ambiente. Merecem igual destaque as ações que visam ao equacionamento econômico-financeiro das alternativas de expansão, a determinação das medidas para promover a adequação do parque industrial produtor dos equipamentos utilizados no suprimento de eletricidade e a identificação da capacita-

ção nacional de fornecimento de serviços de consultoria, de construção e de montagem. Por fim, faz-se necessário levantar os condicionantes de caráter institucional para desenvolvimento do setor, bem como as ações que permitam a realização de um trabalho articulado com outros segmentos da sociedade e, ainda, o estabelecimento de diretrizes para a política de pesquisas de interesse do setor.

O setor de energia elétrica, tradicionalmente, realiza o planejamento da expansão em três horizontes temporais: de longo, médio e curto prazos.

Os estudos de longo prazo possuem um alcance de 15 a 30 anos a partir da época da sua realização e abordam, essencialmente, as principais questões estratégicas do setor, inclusive as ligadas ao seu relacionamento com outros setores energéticos e com o meio social e ao desenvolvimento tecnológico do País. Cabe à ELETROBRÁS a responsabilidade por sua elaboração, que conta, também, com a participação das principais concessionárias de eletricidade e, de forma ainda incipiente, de outros segmentos da sociedade envolvidos na expansão dos sistemas elétricos.

Nos estudos de médio prazo, cujo alcance é de 10 a 15 anos, definem-se os programas de obras, com ênfase para os aspectos físicos dos empreendimentos. Em essência, estes programas estabelecem o ordenamento e a cronologia ideais das novas obras, visando à melhor utilização dos recursos disponíveis para investimentos. Não raras vezes, a seqüência de obras definida conflita com os interesses de algumas das empresas que integram o sistema, cuja preocupação fundamental é suprir de energia sua área de concessão. Este fato reforça a importância de ser delegado a uma empresa com visão nacional o papel de coordenação do planejamento da expansão. As atividades desta etapa realizam-se no âmbito do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos - GCPS -, do qual participam as principais empresas federais e estaduais, sob a coordenação da ELETROBRÁS.

Nos estudos de curto prazo, atribuídos também aos GCPS, são detalhados os primeiros dez anos do programa de obras, definindo-se, para os primeiros cinco anos, os orçamentos plurianuais de investimento e o equacionamento das fontes de recursos financeiros.

Normalmente, o planejamento de curto prazo é revisto a cada ano. O de médio prazo tem sido objeto de revisões mais profundas a cada dois ou três anos, embora seja também anualmente ajustado. O planejamento de longo prazo é revisto, em média, a cada cinco anos e resulta nos chamados Planos Nacionais de Energia Elétrica. Atualmente está sendo elaborado o Plano Nacional relativo ao horizonte do ano 2015, cuja conclusão está prevista para 1992.

O planejamento da operação dos sistemas elétricos, por sua vez, compreende a operação energética e a operação elétrica.

O planejamento da operação energética objetiva controlar o estoque de água dos reservatórios e a parcela de energia a ser produzida nas usinas termelétricas, de modo a minimizar os custos operacionais de geração. Resumidamente, a dicotomia com que se defrontam os técnicos encarregados do planejamento da operação é saber que se forem esvaziados os reservatórios para suprir o mercado consumidor e ocorrerem estiagens mais ou menos prolongadas no futuro, para

atender à demanda será necessário recorrer, complementarmente, à geração termelétrica, de alto custo, ou mesmo racionar energia. Por outro lado, caso seja antecipada a geração termelétrica prevendo-se condições hidrológicas desfavoráveis e ocorram, de fato, aflúncias elevadas, haverá vertimento nos reservatórios, cuja capacidade de acumulação é limitada, e se terá incorrido em aumentos desnecessários no custo de operação.

A superação desta dificuldade vem sendo realizada através da aplicação de um modelo computacional que define a proporção ótima de utilização dos recursos hidráulicos e térmicos na operação do sistema a cada mês, a partir da minimização dos custos de operação no horizonte de estudo e de uma análise probabilística do comportamento das aflúncias hídricas (Terry, 1986).

O planejamento da operação elétrica, por seu turno, visa a manter, com um mínimo de interrupções e de variações, a voltagem e a frequência dos sistemas interligados, compostos por milhares de quilômetros de linhas de transmissão, transportando energia em

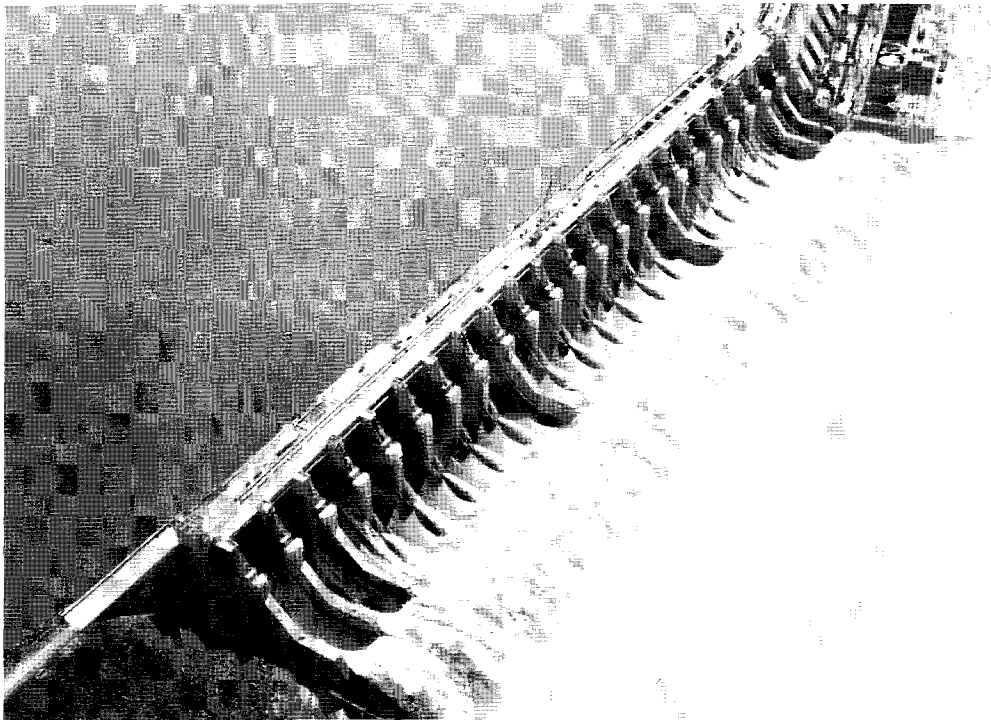


FOTO 4 - "Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no rio Tocantins - Pará. Vista do vertedor e do reservatório."

diferentes tensões, além de subestações, transformadores, dentre outros equipamentos. Inclui a definição de procedimentos que minimizem os efeitos de desligamentos acidentais produzidos por tempestades, queimadas, curto-circuitos, etc. e, ainda, a programação das atividades de manutenção dos equipamentos pertencentes a diferentes concessionárias.

A atividade de planejamento da operação também se faz em diferentes horizontes temporais - quinzenal, anual, mensal, semanal e diário - sendo complementada pela supervisão e controle da operação, em tempo real, e pela análise estatística e balanço dos intercâmbios de energia entre as empresas.

O planejamento da operação do sistema interligado Sul/Sudeste/Centro-Oeste é realizado no âmbito do Grupo Coordenador da Operação Interligada - GCOI - e o do Sistema Interligado Norte/Nordeste pelo Comitê Coordenador da Operação Norte-Nordeste - CCON -, integrados pelas empresas concessionárias de suas respectivas áreas de atuação e coordenados pela ELETROBRÁS.

Modelo Institucional do Setor Elétrico

Para compreender as razões que levaram à instituição do modelo atual do setor de energia elétrica é interessante lembrar um pouco da história da prestação desse serviço no Brasil.

No final do século passado, o suprimento de eletricidade era realizado por grupos privados e por governos de pequenas municipalidades. Nessa época teve início a participação de empresas privadas de capital estrangeiro, em particular a Light and Power Co., atuando na cidade de São Paulo, a partir de 1899, e na cidade do Rio de Janeiro, a partir de 1905. No ano de 1910, 119 cidades brasileiras eram supridas de eletricidade por 88 empresas, totalizando 150 MW instalados, dos quais 140 MW de origem hidráulica. Em 1927 outra empresa estrangeira, a American and Foreign Power Company - AMFORP -, iniciou sua atuação no País, em áreas externas às de concessão da LIGHT, basicamente o interior paulista e algumas capitais estaduais.

No início dos anos 30, os grupos LIGHT e AMFORP respondiam por 70% da capacidade instalada no Brasil. No ano de 1950, 3 792 cidades eram supridas de eletricidade, basicamente pelos dois grupos estrangeiros e por uma miríade de pequenas empresas.

Um acontecimento marcante com relação ao aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro ocorrido nesse período foi a instituição do Código de Águas, em 10 de junho de 1934, através do Decreto nº 24 643, que separou a propriedade das quedas-d'água das terras em que se encontram, além de atribuir à União competência para outorga de autorização para o aproveitamento da energia hidráulica de uso privativo ou serviço público. Além disso, regulamentou o custo do serviço e adotou o princípio do lucro limitado e assegurado, criando ainda as bases para nacionalização desse serviço, ao restringir sua concessão a brasileiros ou empresas organizadas no Brasil, ressaltando os direitos adquiridos. A força desses princípios levou a que a Constituição de 1988 praticamente os mantivesse inalterados.

Desde o final da década de 40, porém, os racionamentos se tornaram freqüentes nas principais cidades brasileiras, devido ao atraso de atendimento ao crescimento do consumo, sobretudo industrial. O agravamento dessa situação gerou a compreensão de que as necessidades do País não poderiam se subordinar à capacidade, ou à vontade, das empresas privadas investirem na produção de eletricidade, fato que levou o Estado a se responsabilizar pelos investimentos mais pesados na geração e no transporte de energia elétrica.

O início da participação do Estado caracterizou-se pela constituição de empresas para construir uma determinada usina hidrelétrica de grande porte, com destaque para a Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF -, em 1945, para a construção da usina de Paulo Afonso, a Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG -, em 1952, para a de Três Marias, e Furnas Centrais Elétricas S.A., em 1957, para a usina de Furnas.

Faltava, porém, ser preenchida uma lacuna referente ao planejamento da expansão do sistema de geração e à obtenção de recursos para tal finalidade. Fazia-se necessário, também, definir uma política global para o setor, que assegurasse o atendimento da demanda crescente de energia no País, associada a uma política de desenvolvimento econômico e de industrialização baseada na substituição de importações.

Já em 1954, havia sido proposto pela Presidência da República o Plano Nacional de Eletrificação, preconizando, entre outras medidas, a unificação da freqüência no Brasil, a criação das Centrais Elétricas Brasileiras

S.A. - ELETROBRÁS - e a adoção de medidas financeiras que assegurassem o suprimento dos recursos necessários para a expansão dos sistemas de geração de eletricidade.

Somente em 25 de abril de 1961, através da Lei nº 3 890-A, foi criada a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS - sociedade de economia mista tendo o Governo como acionista majoritário, com as atribuições de agência governamental no setor de energia elétrica, banco de investimentos e coordenadora da expansão e da operação do sistema elétrico brasileiro.

O setor de energia elétrica brasileiro atual é constituído, basicamente, por empresas de geração, transmissão e distribuição, de economia mista, cujos acionistas majoritários são a União, os governos estaduais ou municipais, que no conjunto respondem por cerca de 99,7% da produção nacional de energia elétrica para uso público. A parcela de 0,3% restante é de responsabilidade de empresas privadas.

As Figuras 1 e 2 apresentam os esquemas de suprimento energético entre as empresas, nos sistemas interligados N/NE e S/SE/CO, respectivamente.

No sistema N/NE, as supridoras regionais, ou seja, aquelas que produzem e transportam grandes blocos de energia, são a ELETRONORTE, na Região Norte, e a CHESF, no Nordeste, ambas federais. As demais empresas são concessionárias estaduais, cuja geração própria é reduzida ou nula, que distribuem a energia que recebem

das supridoras regionais. Os governos dos estados são os acionistas majoritários das distribuidoras estaduais, com exceção da CELTINS, no Estado de Tocantins, que é privada. Algumas dessas empresas mantêm contrato de suprimento entre si, conforme indicam as linhas tracejadas. As setas indicam o sentido do fluxo de suprimento entre as concessionárias estaduais.

No sistema S/SE/CO, as supridoras regionais são as empresas federais FURNAS, na Região Sudeste, e ELETROSUL, na Região Sul. Além destas, quatro empresas estaduais - CEEE -, no Rio Grande do Sul, COPEL, no Paraná, CESP, em São Paulo, e CEMIG, em Minas Gerais participam com grandes cargas do suprimento do mercado S/SE/CO. As demais são essencialmente distribuidoras, com capacidades geradoras relativamente reduzidas e, com exceção da LIGHT, no Rio de Janeiro, e da ESCELSA, no Espírito Santo, que são federais, têm nos respectivos governos estaduais seus acionistas majoritários. Este sistema conta, finalmente, com a substancial contribuição da usina de Itaipu, de propriedade da Itaipu Binacional, cujos acionistas são os governos brasileiro e paraguaio, responsável por 21,7% de toda a energia gerada no Brasil.

Na Figura 3 são mostradas as áreas de atuação das principais concessionárias de eletricidade no Brasil, a nível regional e estadual.

A Tabela 3 apresenta as quantidades de energia gerada e distribuída por grupos de empresa, no ano de 1990. A diferença entre

FIGURA 1
SISTEMA INTERLIGADO NORTE/NORDESTE
SUPRIMENTO ENERGÉTICO ENTRE EMPRESAS

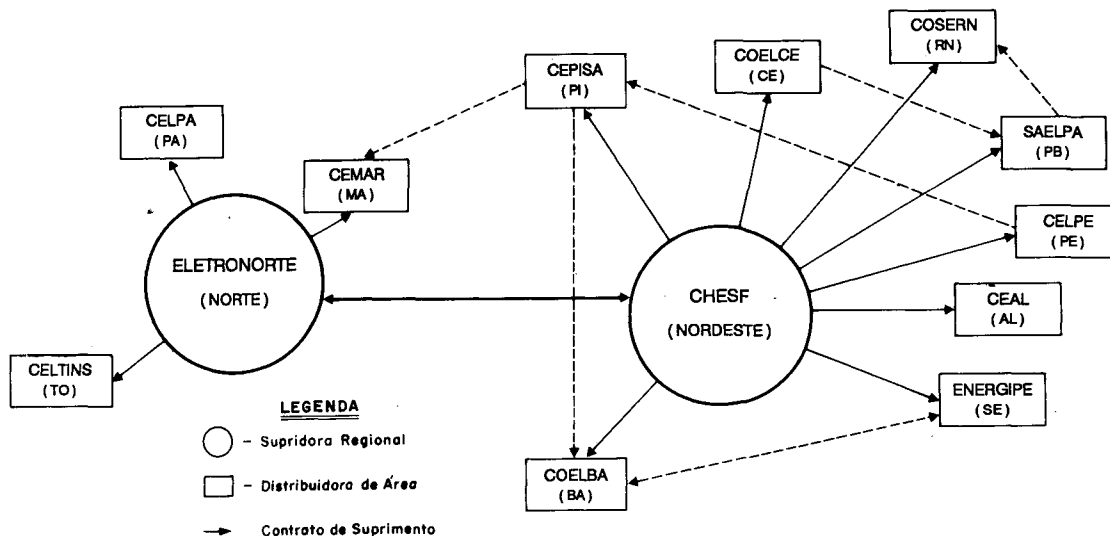
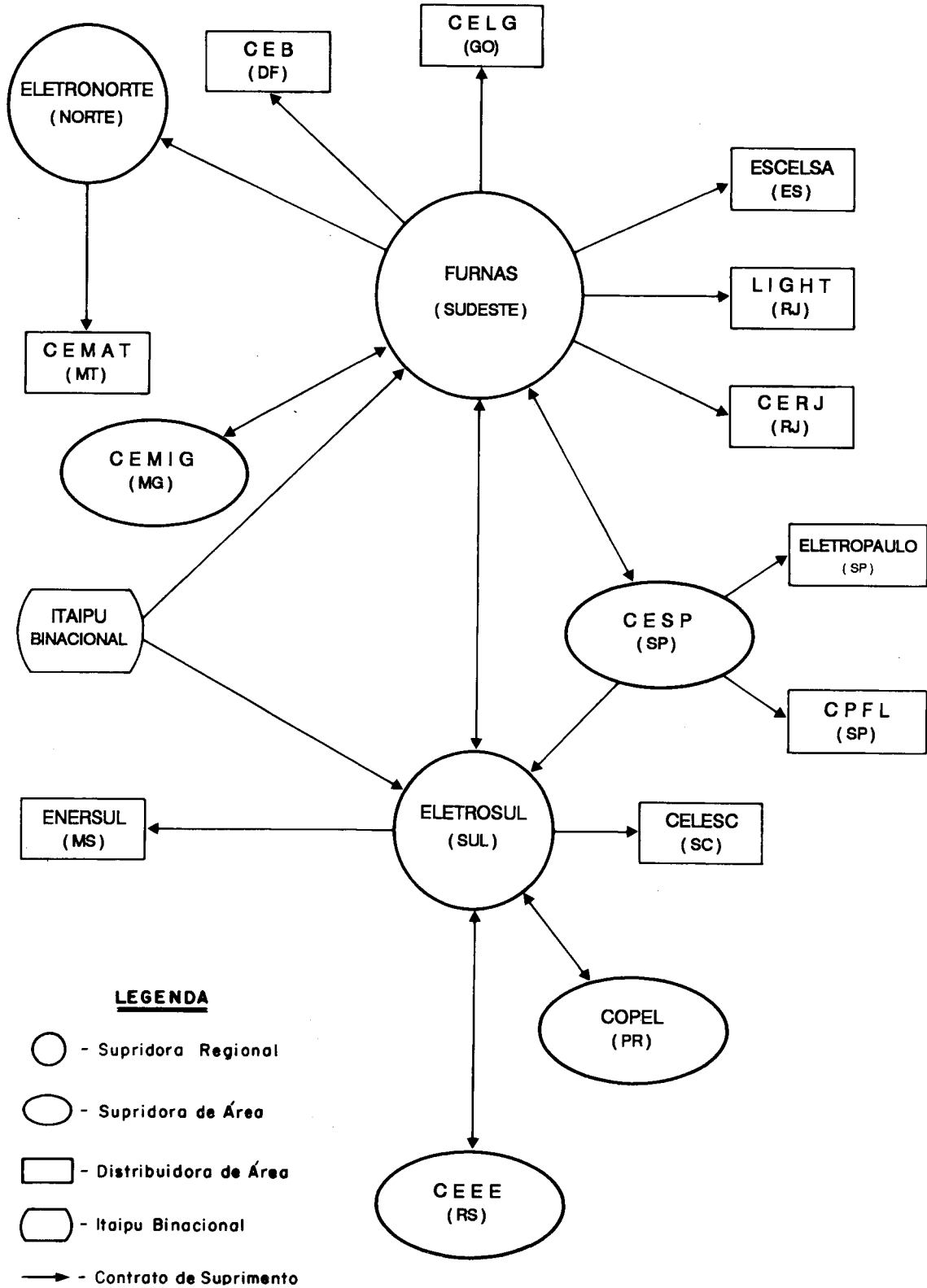


FIGURA 2
SISTEMA INTERLIGADO SUL/SUDESTE/CENTRO-OESTE
SUPRIMENTO ENERGÉTICO ENTRE EMPRESAS



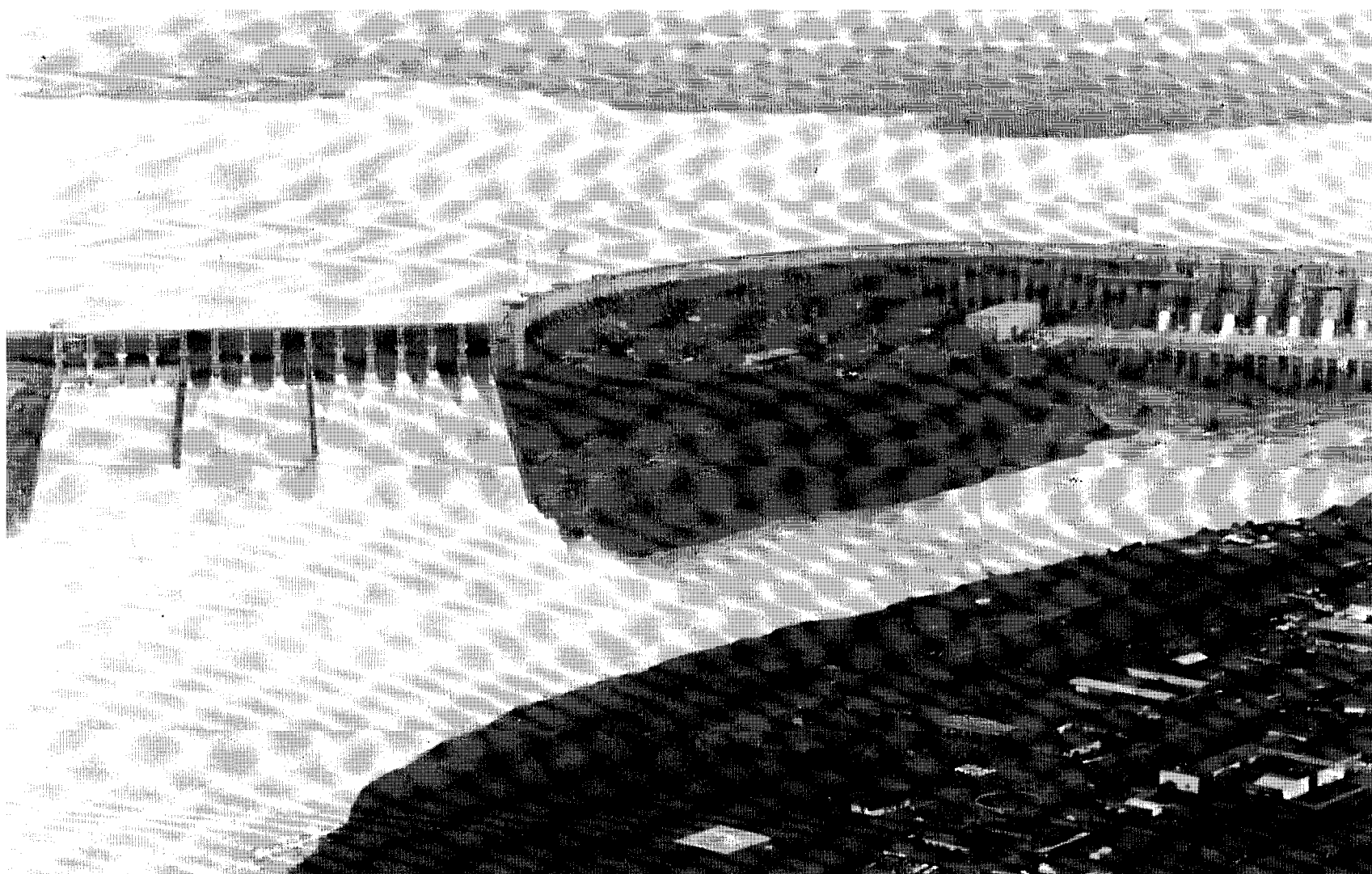
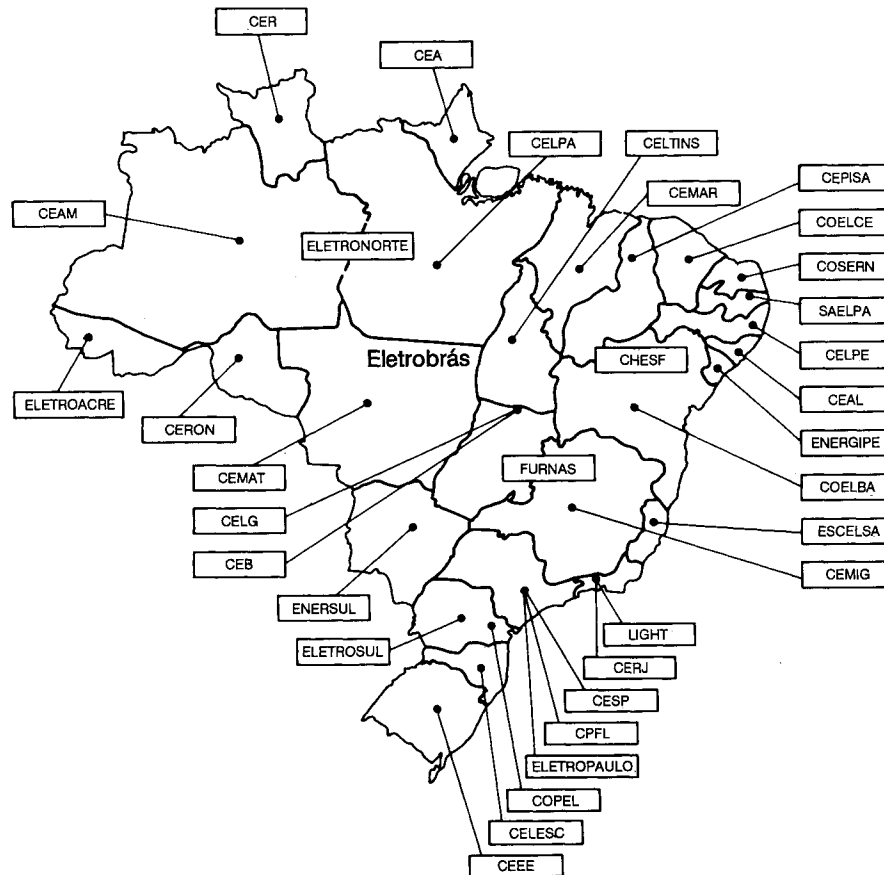


FOTO 5 - "Usina Hidrelétrica de Itaipu, no rio Paraná - Brasil/Paraguai. Vista da barragem, vertedor (E), casa de força (D) e reservatório."

FIGURA 3

ÁREA DE ATUAÇÃO DAS PRINCIPAIS CONCESSIONÁRIAS DE ELETRICIDADE NO BRASIL



a energia gerada e a distribuída é resultado das perdas na transmissão e na distribuição, que alcançam cerca de 13% da primeira.

O setor de energia elétrica encontra-se sob jurisdição do Ministério da Infra-Estrutura

ra - MINFRA -, cujas ações, nesta área, se realizam através dos seguintes órgãos:

a) Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético - DNDE -, órgão da administração direta, a quem compete, essencial-

TABELA 3
GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
NO BRASIL EM 1990
(10⁶ MWh)

EMPRESAS	GERAÇÃO		DISTRIBUIÇÃO	
	Energia	Percentual (%)	Energia	Percentual (%)
TOTAL	235,7	100,0	205,3	100,0
Itaipu.....	51,1	21,7	-	-
Federais.....	94,9	40,2	36,5	17,8
Estaduais e Municipais.....	89,1	37,8	161,5	78,7
Particulares.....	0,6	0,3	7,3	3,5

mente, coordenar o planejamento energético e as ações relativas ao aperfeiçoamento da matriz energética nacional, formulando diretrizes para seu detalhamento a nível setorial e regional;

b) Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE -, órgão da administração direta, a quem compete, basicamente, atuar na concessão, regulamentação, normatização, supervisão e controle dos serviços de eletricidade no País; e

c) Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS -, empresa de economia mista, responsável pela execução da política nacional de energia elétrica, planejando, financiando, coordenando e supervisionando os programas de construção, ampliação e operação dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade.

A ELETROBRÁS é a principal agência de financiamento setorial, tanto para empresas federais como estaduais, além de ser a capadora de recursos externos para o setor.

A ELETROBRÁS atua hoje, em todo o Brasil, através de quatro empresas controladas de âmbito regional: ELETRONORTE, CHESF, FURNAS e ELETROSUL. A empresa conta, ainda, com duas controladas de âmbito estadual, a LIGHT, no Rio de Janeiro, e a ESCELSA, no Espírito Santo, e detém 50% do capital da Itaipu Binacional e o controle acionário da Nuclebrás Engenharia S.A. - NUCLEN.

Além disso, a ELETROBRÁS desempenha o papel de agência de desenvolvimento, de coordenadora dos sistemas elétricos interligados e de órgãos de gestão empresarial e de assistência técnica, sendo ainda responsável por pesquisas e desenvolvimento de técnicas e processos ligados ao setor de energia elétrica, em razão do que é a principal mantenedora do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL.

A ELETROBRÁS participa, também, como associada, das empresas concessionárias estaduais de eletricidade.

Outra atividade da empresa tem sido incentivar o desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos e materiais e promover a realização de pesquisas relacionadas com a preservação do meio ambiente e com a busca de fontes alternativas para geração de energia elétrica.

O modelo institucional do setor de energia elétrica está atualmente sendo objeto de discussões que visam a adequá-lo aos preceitos da Constituição de 1988, particularmente do seu Artigo 175 que, ao determinar que

a prestação do serviço se fará por regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, extingue a figura das áreas de concessão das empresas, no que se refere à geração de eletricidade.

As discussões sobre as alterações estão se desenvolvendo no âmbito do Congresso Nacional, sobre o qual recai enorme responsabilidade, em razão do caráter estratégico dos serviços de eletricidade para o País. Particularmente importante é a questão da coordenação da expansão e da operação dos sistemas elétricos que, em razão da interligação de vários dos seus componentes, conforme já assinalado em seções anteriores, deve ser atribuída a uma empresa com responsabilidade de articular os vários interesses, a nível nacional.

Deve-se destacar ainda que, em razão de mais de 95% de energia elétrica produzida no Brasil provirem de fontes hidráulicas, faz-se necessário manter uma articulação constante do setor elétrico com outros setores da economia usuários da água, como o de irrigação, o de abastecimento de água e o de navegação interior, para citar apenas os mais importantes.

ASPECTOS RELEVANTES NO APROVEITAMENTO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO

O Processo Decisório

Embora disponha de recursos naturais abundantes, em grande parte ainda não explorados, o Brasil caracteriza-se, paradoxalmente, por apresentar profunda desigualdade social separando os estratos mais baixos da população, largamente majoritários, daqueles mais favorecidos. A ampliação da produção de energia elétrica, com o efeito multiplicador desta atividade sobre a economia, é condição necessária, ainda que não suficiente, para alteração desse quadro.

O crescimento econômico nacional, entretanto, realizou-se nas últimas décadas, na maior parte, com base na implantação de grandes projetos, muitos dos quais ocasionaram efeitos indesejáveis para segmentos expressivos da população. O setor de energia elétrica, responsável por alguns desses projetos, tem sido alvo de questionamentos por parte de diferentes grupos da sociedade

brasileira e, por vezes, da comunidade internacional.

O reconhecimento destes fatos tem influenciado a formulação das propostas de trabalho do setor, que vem procurando, deste modo, desenvolver suas atividades de forma cada vez mais harmônica com os diversos interesses econômicos e sociais em jogo. Dificuldades de diferentes naturezas, porém, devem ser superadas, a fim de que o processo de tomada de decisão com relação à expansão e à operação das instalações existentes seja representativo dessas vontades.

Um primeiro desafio a ser enfrentado diz respeito ao estágio relativamente incipiente da democracia política no Brasil, que pode ser explicado, como regra geral, de um lado, pela preocupação das elites dirigentes em atender apenas aos seus interesses e, em contrapartida, pela baixa capacidade de organização da maior parte da sociedade.

Outros aspectos merecem ser destacados na busca de mecanismos que assegurem uma participação maior da sociedade no processo decisório, em diferentes níveis (planejamento da expansão, construção de uma usina, etc.), no âmbito do setor elétrico. Dentre estes, cumpre identificar quais são os setores sociais credenciados a participar do processo, em cada um dos programas ou projetos em discussão. Devem ser estabelecidos, também, os limites do poder decisório dos vários segmentos sociais envolvidos nas discussões, a legitimidade dos seus representantes, os procedimentos e momentos de tomada de decisão e os foros competentes para arbitrar as negociações e determinar as soluções dos impasses.

Embora ainda reste um longo caminho a ser percorrido no que se refere à democratização do processo de tomada de decisão no seio do setor, é indubitável que várias medidas já foram tomadas.

Como exemplo, pode ser apontada a postura adotada pela ELETROBRÁS na elaboração do já citado Plano 2 015, em que está se procurando, de algum modo, auscultar as vontades de diferentes atores sociais, através da realização de seminários e da distribuição de versões preliminares do documento para debate. A própria Constituição, ao determinar que a aprovação final do plano se dará no ambiente do Congresso Nacional, assegura a participação dos representantes da sociedade na decisão sobre as linhas

mestras a serem adotadas pelo setor de energia elétrica.

No que se refere a projetos de obras específicas, a legislação brasileira prevê a realização de audiências públicas, sempre que houver determinação do órgão ambiental competente ou solicitação da população afetada pelo empreendimento.

Por fim, vale citar a preocupação das empresas do setor com a democratização do processo decisório, cuja expressão mais evidente é a atenção que o tema mereceu na elaboração do II Plano-Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993 (ELETROBRÁS, 1990).

Aspectos de Uso Múltiplo dos Recursos Hídricos

Na apresentação deste trabalho, foi comentado que as fontes hidráulicas deverão manter sua atratividade econômica para geração de energia elétrica ao longo das próximas décadas. Ocorre, porém, que a criação de reservatórios para o aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro, assim como a interligação entre os componentes do sistema elétrico acarretam alterações no regime natural de escoamento dos cursos de água, condição que, com frequência, dificulta a atividade de outros usuários dos recursos hídricos. Além disso, à medida que a população brasileira aumenta, intensifica-se a competição pelo uso da água. Em muitas situações já foi inclusive identificada a necessidade de que alguns reservatórios, concebidos inicialmente apenas para a geração de energia elétrica, alterem suas regras operativas para atender a outras finalidades.

Em face desta realidade, os projetos das futuras usinas hidrelétricas deverão contemplar interesses de vários setores da economia, tais como os de irrigação, abastecimento de água, navegação, etc. Tal procedimento poderá proporcionar vantagens aos co-participantes de um dado empreendimento, desde que seja realizada a repartição dos custos das instalações de uso comum entre os setores que dele se beneficiem.

Apesar das vantagens evidentes da concepção de aproveitamentos com finalidades múltiplas, diversos fatores têm dificultado sua viabilização. Sob a ótica do setor de energia elétrica, e como regra geral, podem ser destacados os seguintes pontos:

a) ausência de planos de desenvolvimento regionais que identifiquem propostas de apro-

veitamento dos recursos naturais de uma determinada área ou bacia hidrográfica e que, por conseguinte, sirvam de balizamento para a utilização da água como fonte geradora de energia elétrica;

b) limitações de competência institucional das empresas de energia elétrica, inclusive da ELETROBRÁS, para suprir a deficiência anteriormente apontada e para desempenhar funções que caberiam às agências de desenvolvimento;

c) inexistência de foros onde possam ser debatidos os interesses dos vários setores usuários; os Comitês de Estudos Integrados, na forma como atualmente constituídos, ainda assim em algumas poucas bacias hidrográficas, não têm estrutura adequada nem poder para resolver conflitos entre usuários; e

d) ausência de planos de longo prazo dos demais setores usuários da água, com a amplitude e nível de detalhe semelhantes aos do setor de energia elétrica, cujos projetos apresentam longo período de maturação e que, por isto, necessita tomar decisões com bastante antecedência com relação às obras a serem realizadas.

A articulação com outros setores usuários de recursos hídricos poderá ser facilitada com a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH -, em atendimento ao Inciso XIX do Artigo 21 da Constituição brasileira, cuja regulamentação deverá ser realizada no âmbito do Congresso Nacional.

A estrutura organizacional proposta para o SINGREH prevê a existência de Comitês de Bacias Hidrográficas e de um Colegiado de nível nacional, que tratará de questões não solucionadas no âmbito dos Comitês, ambos de caráter deliberativo, que contarão com o apoio de uma Secretaria Executiva.

É interessante destacar que, na proposta citada, a bacia hidrográfica será considerada como unidade de gerenciamento, em razão do que os conflitos de interesses deverão ser administrados, ordinariamente, no âmbito dos Comitês. Nos casos, porém, em que o uso das águas de uma bacia interferir com o regime hidrológico de outras, como é o caso do setor elétrico, por força, basicamente, da interligação elétrica das usinas, os aspectos conflitivos provavelmente serão debatidos e resolvidos em instância superior à dos Comitês, ou seja, no Colegiado de nível nacional.

Vale comentar, ainda, que a associação com outros setores não significa, necessariamente, que haverá uma redução do potencial global a ser aproveitado, pois o uso múltiplo da água e o rateio de custos entre usuários, conforme previsto no SINGREH, podem tornar interessante o aproveitamento da energia hidráulica em locais considerados não competitivos se utilizados apenas para a geração de eletricidade.

Cabe, por fim, destacar que o uso múltiplo dos futuros reservatórios deverá constituir fator de viabilização sociopolítica dos empreendimentos do setor elétrico, pois poderá proporcionar benefícios para as regiões que são afetadas por sua implantação, regiões essas que, por vezes, limitam-se a exportar energia para os grandes centros consumidores.

O Tratamento das Questões Socioambientais

A discussão das questões socioambientais suscitadas pelos empreendimentos de infra-estrutura, dentre os quais se situam os de energia elétrica, vem adquirindo importância crescente ao longo dos últimos anos, tanto no Brasil quanto em outros países, especialmente nos ditos desenvolvidos ou centrais.

A partir da constatação de que a implantação das instalações de suprimento de eletricidade pode acarretar efeitos danosos aos sistemas físico, biótico, socioeconômico e cultural das regiões onde se situam, a sociedade brasileira tem exigido que o setor de energia elétrica conceda um tratamento cada vez mais abrangente, sistemático e de natureza preventiva às questões socioambientais relativas aos seus empreendimentos.

Em conseqüência, basicamente, da crescente mobilização social e de pressões da comunidade internacional, a legislação relativa à conservação do meio ambiente e ao tratamento justo de grupos sociais tem se tornado cada vez mais rigorosa. Estes fatores e a experiência adquirida na implementação de seus empreendimentos têm sido determinantes para que as empresas do setor elétrico venham dedicando uma atenção crescente às questões socioambientais, nos níveis de planejamento, de implantação e mesmo de operação de suas instalações. Como expressão concreta dessa evolução, podem ser citadas, dentre outras medidas, a edição de manuais e planos-diretores de meio am-

biente, a ampliação e o aperfeiçoamento dos quadros técnicos do setor e a criação do Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE -, integrado pelas concessionárias de energia, pelo DNAEE e pela ELETROBRÁS.

Diretamente relacionada com o aproveitamento do potencial hidrelétrico, merece ainda ser mencionada a realização de estudos temáticos abordando os problemas considerados mais relevantes no tocante aos efeitos ambientais dos empreendimentos do setor. Dentre estes, podem ser citados os referentes ao remanejamento de grupos populacionais, às interferências com populações indígenas, aos aspectos bióticos e de qualidade da água e à inserção regional.

No estudo de remanejamento dos grupos populacionais não indígenas, afetados pela construção das hidrelétricas e conseqüente formação dos reservatórios, são levados em consideração tanto os proprietários das terras quanto aqueles que a utilizam para o seu sustento, prevendo-se não apenas o seu reassentamento mas, também, a reorganização das atividades econômicas que desenvolvem. Tal proposta, que, de um lado, resultará em ônus adicionais aos novos empreendimentos, evitará a ocorrência de outros problemas como, por exemplo, o "inchamento" dos grandes centros urbanos, cuja solução exigirá investimentos mais elevados para o conjunto da sociedade do que a adoção de medidas preventivas que o evitem.

As populações indígenas foram alvo de um estudo específico, tendo em vista a peculiaridade destes grupos e sua diferenciação étnica. A própria experiência do setor em hidrelétricas que já se encontram em operação e avaliações demográficas e socioculturais em usinas em fase de estudo subsidiarão as ações futuras, com a participação dos agentes sociais envolvidos. A busca de resultados cada vez mais eficazes no tratamento das populações indígenas cresce em importância, em razão da maior parte do potencial hidrelétrico ainda não explorado estar situado na Região Amazônica.

Os impactos causados pelos aproveitamentos hidrelétricos sobre a flora, a fauna e a qualidade da água também mereceram tratamento prioritário nos estudos temáticos, concluindo-se pela importância da caracterização prévia destes aspectos e pelo monitoramento dos efeitos sobre eles, decorrentes da implantação dos empreendimentos.

Por fim, a proposta de inserção regional teve como ponto de partida o conflito de inte-

resses entre as regiões onde se implantam os empreendimentos, e que por isso arcam com quase todos os efeitos indesejáveis destas ações, e aquelas que usufruem dos benefícios, os centros consumidores de energia elétrica. A idéia de inserção regional, resumidamente, consiste em aproveitar a oportunidade de implantação de um empreendimento para ampliar os benefícios decorrentes dessa ação para as populações diretamente afetadas e, também, as perspectivas de desenvolvimento local e regional.

Em que pese a evolução verificada no tratamento prático e conceitual das questões socioambientais relacionadas com os empreendimentos do setor, seus técnicos e os grupos sociais mais conscientes têm um papel relevante a desempenhar com vistas ao cumprimento das novas propostas, tendo em vista que, no seio do próprio setor, ainda existem segmentos expressivos de técnicos para quem deve prevalecer a visão estritamente empresarial de produção de energia elétrica, em que o objetivo a ser almejado é o suprimento de eletricidade ao mínimo custo.

Aproveitamento do Potencial Hidrelétrico da Amazônia

O potencial hidrelétrico das bacias dos rios Amazonas e Tocantins, este apenas parcialmente amazônico, está avaliado em cerca de 137 000 MW, o que significa 52% do potencial hidrelétrico brasileiro total, 69% do potencial ainda não aproveitado e cerca de 6% do mundial, estimado em 2 200 000 MW (Armstrong, 1985).

Dos 137 000 MW, cerca de 5% encontram-se aproveitados ou em construção, dispondo-se, portanto, de cerca de 130 000 MW para utilização futura. Estes números indicam que dificilmente o Brasil poderá abrir mão de recursos hidrenergéticos tão expressivos. O grande desafio que se apresenta para o setor de energia elétrica é definir que parcela deste potencial poderá ser efetivamente aproveitada sem produzir efeitos ambientais julgados inaceitáveis pela sociedade. Como agravante dessa dificuldade, registre-se que os critérios de aceitação desses impactos evoluem muito rapidamente e mesmo em um dado instante não são consensualmente determináveis.

Diversas especulações de caráter conceitual podem ser realizadas, e deverão ser objeto de estudos mais aprofundados para avaliação das vantagens e desvantagens das

alternativas de aproveitamento do potencial da Amazônia.

Pode-se assegurar de antemão, porém, que os futuros empreendimentos hidrelétricos na Amazônia só se viabilizarão, do ponto de vista socioambiental, caso sejam concebidos obedecendo aos princípios da inserção regional, ou seja, não poderão se limitar simplesmente a extrair energia da Região Norte para utilização nos atuais grandes centros de consumo. A instituição de compensação financeira, para os estados e municípios, pela exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, já regulamentada pela legislação brasileira, certamente proporcionará maiores facilidades para a implantação dos futuros aproveitamentos hidrelétricos. Ainda assim, a necessidade de interiorização do desenvolvimento, estratégico para o País, deverá ser levada em conta, obrigando a associação de benefícios duradouros aos empreendimentos do setor elétrico na região.

Deve-se garantir, entretanto, que o almejado desenvolvimento regional se faça de forma controlada e que não promova uma acentuada desestabilização do frágil ecossistema amazônico, a exemplo do que tem ocorrido por força das atividades de garimpo na região. Cumpre ressaltar que o próprio setor elétrico pode se tornar um bom aliado dos que defendem a preservação da cobertura florestal da região, dado que o desmatamento contribui tanto para o agravamento das estiagens quanto para o das enchentes, exigindo a formação de reservatórios e a construção de vertedores de maior porte: os primeiros para proporcionar uma determinada vazão regularizada e estes como estrutura de evacuação das cheias, tornando as obras mais onerosas. A remoção da vegetação também acentua o processo de erosão da bacia de drenagem, acelerando o assoreamento dos reservatórios e a abrasão das turbinas.

Como fator favorável à ocupação programada da bacia amazônica, destaca-se o seu estágio de desenvolvimento relativamente incipiente, onde se observam grandes extensões de áreas despovoadas ou de baixa densidade demográfica e de reduzida atividade econômica. Projetos de zoneamento ambien-

tal já têm sido propostos para os estados da região (embora não tenham sido implementados), definindo a ação antrópica adequada para cada região e, evidentemente, as áreas que deverão ser preservadas.

Por fim, é possível afirmar que a tomada de decisão para aproveitamento do potencial hidrelétrico da Amazônia exigirá a realização de estudos de inventário em que seleção de alternativas de partição de queda das bacias hidrográficas se faça com base em técnicas de análise de múltiplos objetivos, onde deverão ser considerados, simultaneamente, aspectos empresariais, político-estratégicos e socioambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A argumentação desenvolvida procurou assinalar que os recursos hidrenergéticos ainda não explorados constituem uma riqueza à qual a nação brasileira deverá, obrigatoriamente, recorrer, caso deseje diminuir o abismo existente entre os segmentos mais pobres e os mais favorecidos da sociedade. A parcela deste potencial que poderá ser utilizada dependerá, essencialmente, da competitividade com outras fontes e dos efeitos ambientais resultantes das instalações necessárias à produção e ao transporte de energia elétrica.

Neste contexto, cabe um papel relevante às empresas de energia elétrica, que deverão oferecer diferentes alternativas de suprimento de eletricidade à sociedade. As características do sistema elétrico brasileiro conferem especial destaque à atuação da ELETROBRÁS, a quem compete dirimir os conflitos de interesses entre as concessionárias e arbitrar eventuais impasses. A sociedade, por sua vez, deverá se fazer presente, especialmente nas etapas decisórias de planejamento da expansão do parque gerador de energia elétrica, de modo a assegurar que as ações adotadas sejam representativas das vontades dos vários segmentos que a compõem.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, S. B. O papel estratégico da Eletrobrás. *Jornal do Brasil*. Rio de Janeiro, 21 set., 1990. p. 11.
- ARMSTRONG, E. L. The global outlook for additional hydropower use. In: *WATERPOWER'85, AN INTERNATIONAL CONFERENCE ON HYDROPOWER*. New York, ASCE, v.3, p. 1925-1934, 1985. *Proceedings...* 1985.

- ASSOCIAÇÃO DOS EMPREGADOS DA ELETROBRÁS. A Eletrobrás no contexto do Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro, 1990. 8 p.
- _____. Um Novo Modelo: solução para a crise do setor elétrico brasileiro? Rio de Janeiro, nov., 1991, 6 p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Inventário das Estações Fluviométricas. Brasília, DNAEE, Divisão de Controle de Recursos Hídricos, v. 1, 1987.
- _____. Secretaria Nacional de Energia. Boletim do Balanço Energético Nacional, ano Base 1990. Brasília, abr., 1991, 12 p. Dados preliminares.
- _____. Secretaria Nacional de Energia. Reexame da Matriz Energética Nacional. Comissão constituída pelo Decreto nº 99 503, de 2 de setembro de 1990. Brasília, 2 abr., 1991, 19 p.
- CARVALHO, Fernando Mauro de. Contexto Econômico Energético e Ambiental e o Setor Elétrico na Amazônia. Rio de Janeiro, ago. 1991. Relatório encomendado pela Eletrobrás (não publicado).
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil. Rio de Janeiro, 1988, 33 p.
- ELETROBRÁS. Boletim Anual de Mercado 1990. Rio de Janeiro, v. 1, 1991.
- _____. Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos. DEEN. Rio de Janeiro, out. 1986, 91 p.
- _____. Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. DEEN. Rio de Janeiro, set. 1984, v. 1.
- _____. Plano 2015: estudos básicos. Rio de Janeiro, v.2, out. 1991. Versão preliminar.
- _____. Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993. Rio de Janeiro, v. 3, 1990.
- _____. Plano Nacional de Energia Elétrica, plano 2010. Relatório Geral. Rio de Janeiro, v. 1, out. 1991.
- _____. Relatório Anual 1990. Rio de Janeiro, v. 1, 1991.
- _____. Relatórios Diversos do Grupo de Trabalho dos Sistemas Isolados - GTSI. GCPS. Rio de Janeiro, 1990/91.
- _____. Seminários Temáticos: política de meio ambiente e aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro. Cadernos do Plano 2015, 2. Rio de Janeiro, 1991, 114 p. *Anais...*
- FORTUNATO, L. A.M. et al. Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de Sistemas de Produção de Energia Elétrica. Niterói, EDUFF, 1990, 232 p.
- PEREIRA, Jesus Soares. Petróleo, Energia Elétrica, Siderurgia: a luta pela emancipação. Organizado por Medeiros Lima. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1975, 197 p. (Estudos Brasileiros, 7).
- SANTOS, Leinad Ayer O. et al. As Hidrelétricas do Xingu e os Povos Indígenas. São Paulo, Comissão Pró-Índio, 1988, 196 p.
- TERRY, Leslie Afrânio. O Planejamento Centralizado da Expansão e da Operação do Sistema Brasileiro de Suprimento de Energia Elétrica. Versão de 31 jul., 1990, 20 p. (não publicado).
- _____. et al. Nas Malhas da Energia. Ciência Hoje. São Paulo, v. 4, nº 23, mar./abr., p. 40-46, 1986.

RESUMO

O nível de desenvolvimento e de bem-estar das sociedades modernas está intimamente associado à disponibilidade de energia elétrica em quantidade, qualidade e preços adequados. As características físicas do Brasil, especialmente a abundância de rios caudalosos, aliada às reservas relativamente reduzidas de petróleo e carvão mineral, conferem ao seu potencial hidrelétrico um papel relevante. Estes argumentos justificam a instalação, no País, de um parque gerador hidrotérmico, de base predominantemente hidrelétrica, cuja expansão e operação devem ser realizadas de forma coordenada.

A parcela do potencial hidrelétrico disponível a ser aproveitada depende da competitividade com outras fontes e dos efeitos socioambientais que decorram das instalações necessárias à produção e ao transporte de energia elétrica. As decisões a esse respeito devem contar com a participação da sociedade, de modo a assegurar que as ações adotadas sejam representativas dos interesses dos vários segmentos que a compõem.

ABSTRACT

The welfare and the development level of modern societies depend strongly on the amount, quality and adequate prices of electric energy. The physical characteristics of Brazil, especially the profusion of big rivers associated to relatively small reserves of oil and coal, award a relevant role to its hydroelec-

tric potential. These arguments justify the instalation in the country of a hydrothermal power system, predominantly hydroelectric, whose growth and operation must be coordinated.

The portion of the available hydroelectric potential which will be utilized depends on the competitiveness with other sources and on the environmental effects caused by the generating and transmission equipments. The decisions about this matter must be taken with society's aid, in order to assure that the adopted course of action is representative of the interests of the different groups which compound it.