

Capacitação da engenharia nacional na área de projetos

FLÁVIO LYRA

Consultor independente. Preside as juntas de consultores da ELETRONORTE, CHESF e Hidronos S/A, Argentina. Engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, foi diretor-técnico e vice-presidente de FURNAS Centrais Elétricas e dirigiu os contratos da Enge-Rio, destacando-se a assessoria à ITAIPU Binacional.

Para abordar o tema da Capacitação Nacional no setor de projetos elétricos cumpre fazer, inicialmente, uma importante observação quanto às condições em que nos achamos no campo da produção e transmissão de energia elétrica.

Atualmente cerca de 96% da produção anual de energia elétrica no país são originados em usinas hidrelétricas, sendo os 4% restantes gerados em usinas termoelétricas que utilizam óleo combustível, óleo diesel, carvão e urânio.

Dessa forma, e considerando que a prevalência da hidroeletricidade deverá manter-se até o início do próximo século, parece-nos razoável considerar que uma análise abrangente apenas do campo da hidroeletricidade seja uma aproximação representativa da problemática setorial.

A nacionalização dos estudos e projetos de engenharia

Este tema envolve duas perspectivas bem distintas: a primeira diz respeito à nacionalização das empresas que executam os projetos e os estudos referentes à energia elétrica; a segunda é a nacionalização dos projetos propriamente ditos, isto é, a utilização de critérios, técnicos e materiais peculiares às condições brasileiras e que resultem em soluções adequadas à realidade geográfica, econômica, social e política do país.

É claro que essa "segunda nacionalização" só tem condições de ocorrer, embora não ocorra necessariamente, dentro de empresas de engenharia essencialmente nacionais. Nossa abordagem vai se restringir à primeira perspectiva, pois o tema da tecnologia apropriada ao país pa-

rece-nos ser objeto de outros artigos deste número especial da R.S.P.

Um bom exemplo de nacionalização de projeto de engenharia hidráulica ocorreu ao longo da atuação pioneira do DNOCS. Criado em 1909 com a denominação de INOCS (Inspetoria de Obras Contra a Seca), esse órgão regional federal vem projetando e construindo barragens de açudagem no Nordeste há mais de 70 anos. A barragem e as estruturas de sangramento, vertedores e/ou descargas de fundo, constituem peças básicas de um aproveitamento hidroelétrico e nelas teve início o preparo dos engenheiros brasileiros para o Setor. A vasta experiência do DNOCS pode ser avaliada pelos seus registros: mais de novecentas barragens construídas, três delas — Orós, Banabuiú e Araras — com capacidade de armazenamento superior a 1 bilhão de metros cúbicos.

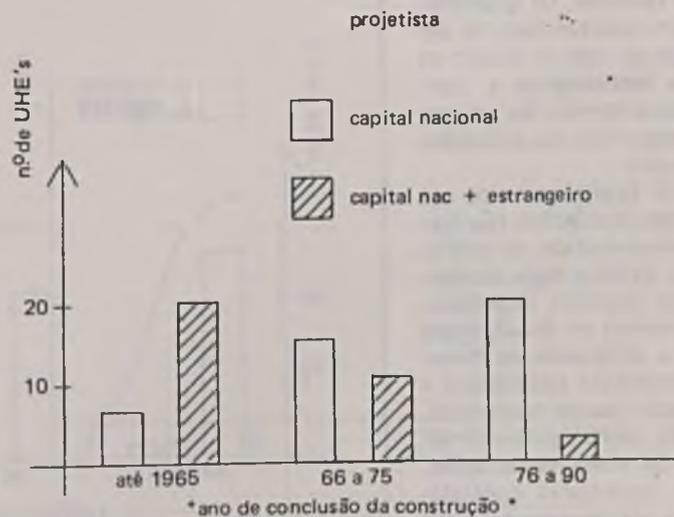
O DNOCS, ajustando-se às condições e recursos locais, decidiu-se na época pelo uso de barragens de terra, que permitiam a adoção de uma tecnologia mais simples e a utilização ampla da mão-de-obra excedente. Em conseqüência, na imensa maioria dos casos, foram construídas barragens de terra tanto homo-

gêneas como zonadas. Em pequeno número de casos o DNOCS construiu barragens de alvenaria de pedra e de concreto.

Desde a época da construção das primeiras UHE's, no final do século passado, até meados da década de 50, os serviços de engenharia e de consultoria de projetos e estudos do Setor Elétrico brasileiro foram executados, para as usinas de maior porte, quase sempre por firmas e consultores estrangeiros. Nesse período, as usinas elétricas eram majoritariamente privadas, pertencendo predominantemente a grupos estrangeiros.

Com a promulgação do Decreto nº 24.643, de 1934, o Governo brasileiro estabeleceu o Código das Águas e iniciou uma atuação reguladora da área de energia hidroelétrica. Em 1939 foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, órgão normativo e consultivo específico para as atividades do setor. Desenrola-se, então, a partir dessa época, um lento processo de transferência do controle do aproveitamento do potencial hidráulico brasileiro das empresas privadas para o Poder Público, sendo pontos culminantes desse processo de nacionalização a aquisição da AMFORP ("holding" das Empresas Elé-

FIGURA 1



tricas Brasileiras), em 1965, e da Light & Power (LIGHT Serviços de Eletricidade), em 1979.

No período de 1948 a 1973, foram criados órgãos federais normativos, reguladores e planejadores e fundadas empresas regionais de eletricidade estatais, tanto federais como estaduais. Podemos citar, entre outras, a pioneira CHESF, fundada em 1948, seguida por inúmeras estaduais e regionais e a "holding" do Setor, ELETROBRÁS, fundada em 1961. Acompanhando esse processo de nacionalização do Setor Elétrico, foram organizadas firmas de engenharia e consultoria com capital totalmente nacional.

Atualmente, entre as 20 maiores empresas que atuam no setor de estudos e projetos de engenharia da UHE's quase todas são de capital nacional. Essas empresas paulatinamente superaram, em quantidade de projetos de UHE's construídas no país, as suas congêneres estrangeiras e as subsidiárias locais. A Figura 1 indica claramente esse processo de conquista de mercado pelas projetistas nacionais, e mostra que a nacionalização desse Setor está praticamente concluída.

A capacitação das empresas brasileiras no Setor é, como vemos, plenamente satisfatória. Entanto, a ciência e a tecnologia estão em constante progresso. Existem várias entidades e associações técnicas internacionais que estão promovendo o aperfeiçoamento do conhecimento técnico e científico em diversas disciplinas que interessam de perto às atividades ligadas ao projeto e à construção de UHE's. Uma das maneiras de atualização das consultorias nacionais é a participação em reuniões e congressos técnicos. Nessas reuniões, os engenheiros brasileiros têm oportunidade de debater com colegas de todo o mundo os desenvolvimentos tecnológicos e científicos e, ao mesmo tempo, de aportar conhecimentos adquiridos nas atividades desenvolvidas no país.

Atualmente, o Brasil participa de grande número de associações técnicas onde tem tido oportunidade de conhecer e compartilhar os progressos alcançados. Várias dessas reuniões internacionais já foram realizadas no Brasil, o que contribuiu para a afirmação de nosso nível de desenvolvimento tecnológico e científico. Mediante esse conhecimento, por parte do meio tecnológico internacional, do nível de nossa capacitação, nossas empresas consultoras contrataram já a execução de serviços no exterior.

Embora a análise da evolução e do domínio da tecnologia da fabricação de equipamentos de geração e de transmissão de energia elétrica seja objeto de artigo específico incluído neste número especial da Revista do Serviço Público, cabe registrar apenas que a referida evolução seguiu um padrão ligeiramente diferente daquele que acabamos de descrever, referente à área de estudos e projetos de UHE's e de levantamento de recursos hidroenergéticos. O atual parque industrial de fabricação de equipamentos elétricos e mecânicos é constituído principalmente de grandes empresas de capital misto, nacional e estrangeiro, que ainda predominam sobre as indústrias efetivamente nacionais.

Tecnologia, evolução e problemática recente do Setor de Estudos e Projetos

A tecnologia aplicada na área de engenharia e consultoria da hidroeletricidade envolve inúmeros campos do conhecimento, cabendo mencionar algumas das disciplinas utilizadas com maior intensidade: estruturas hidráulicas, estruturas do sistema de geração e transformação, hidrologia, hidráulica, geologia, geotécnica, geofísica, tecnologia de materiais de construção, tecnologia elétrica e mecânica, arquitetura, cartografia e ecologia.

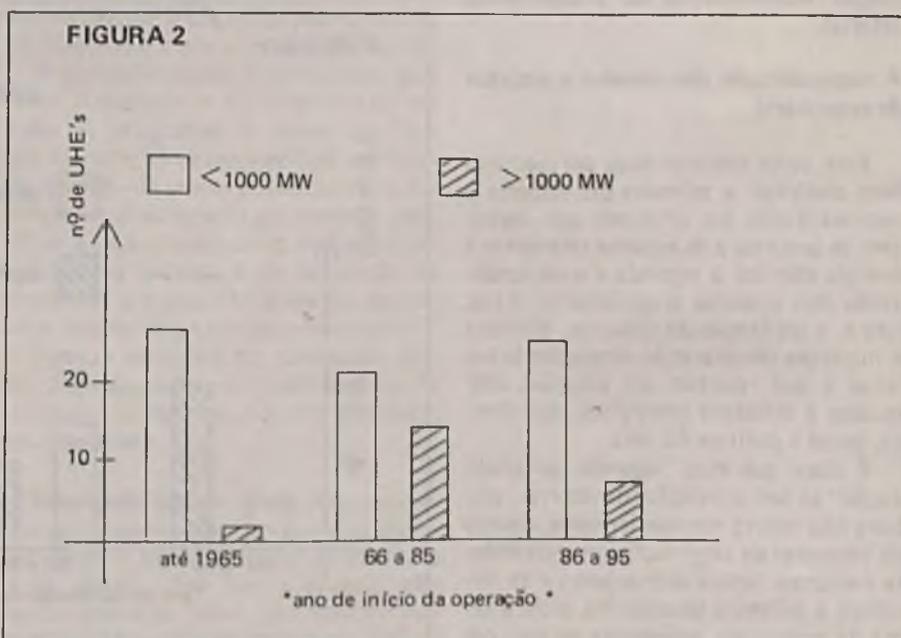
A Engenharia do Setor inclui também a prestação de serviços de fiscalização de fabricação e da montagem dos equipamentos, de programação e controle da construção e de estudos econômicos do empreendimento, bem como o gerencia-

mento dessas atividades. Em complementação aos trabalhos referentes às UHE's, as empresas de engenharia e consultoria do Setor atuam ainda no campo de projeto dos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Trata-se, portanto, de uma ampla faixa de áreas tecnológicas aplicadas à execução de inventários de recursos hidroenergéticos e aos estudos de viabilidade econômica, projeto básico e projeto executivo de UHE's e de sistemas associados.

A evolução do Setor de Projetos de UHE's, desde o início do século até hoje, pode ter suas características reveladas se agruparmos os empreendimentos em três períodos distintos: o que vai do início do século até 1965; os 20 anos seguintes e as perspectivas dos próximos 10 anos, conforme indicado na Figura 2.

Durante os primeiros 65 anos, o parque gerador elétrico brasileiro foi nitidamente constituído de UHE's de pequeno porte — a potência média das 28 maiores usinas instaladas até 1965 é de 170 MW e apenas uma tem capacidade de superar a 1000 MW. Nos 20 anos seguintes, de 1966 a 1985, predominam as grandes usinas com potência média igual a cerca de 1.200 MW. Nesse período, das 35 grandes usinas construídas, 6 UHE's têm potencial igual ou superior a 2.000 MW e 8 UHE's estão na faixa de 1.000-2.000 MW. Destacam-se as UHE's de Itaipu, pertencente conjuntamente ao Brasil e ao Paraguai, e de Tucuruí, com potência instalada de 12.600 e 3.980 MW, respectivamente, cujas primeiras unidades fo-



ram postas em operação recentemente, estando previsto o comissionamento das demais unidades nos próximos 4 anos. Nos próximos 10 anos, além de um certo número de pequenas usinas hidroelétricas, deverão ser construídas e concluídas 32 usinas com uma potência média de 613 MW em cada uma.

Em síntese, os três períodos considerados mostram uma clara transformação: à instalação inicial de usinas de pequeno porte seguiu-se um período, já encerrado, em que predominaram as grandes usinas; nos próximos 10 anos está prevista a instalação de usinas, tanto de grande, como de médio e pequeno porte. Um aspecto interessante dessa análise é a constatação da distribuição praticamente uniforme dos futuros empreendimentos, isto é, prevê-se a construção de 10 UHE's na faixa de 800 MW ou mais, de outras 10 na faixa de 300-800 MW e de 12 usinas com potência inferior a 300 MW, estas últimas praticamente reproduzindo a história dos anos iniciais do sistema gerador nacional.

Outra característica da problemática recente do Setor Elétrico é o incentivo que o governo está dando ao desenvolvimento de projetos de pequenas centrais hidroelétricas, PCH's, às quais fizemos referências, sem incluí-las na observação estatística, além de diversas usinas de baixa queda, tanto por concessionárias de energia como por autoprodutores. As pequenas centrais serão construídas em localidades cujas características geográficas e/ou nível de consumo desaconselham a implantação de longas linhas de transmissão para interligá-las ao sistema regional. Por outro lado, a partir da experiência adquirida com os estudos, projetos, fabricação e operação do sistema de transmissão de Itaipu, em EAT - Extra-Alta Tensão -, tanto em corrente contínua como em corrente alternada, a engenharia de projetos do Setor Elétrico poderá, em futuro próximo, defrontar-se com o problema da transferência inter-regional de grandes blocos de energia elétrica. Desse modo será viabilizada a construção de grandes usinas em locais afastados dos centros de consumo. A região do Baixo Tocantins e Araguaia será, segundo os planos da ELETROBRÁS, uma das fontes desses recursos energéticos e as regiões Nordeste e Sudeste serão os centros de consumo. Esse sistema deverá estar implantado em 1995.

A utilização em larga escala do potencial hidráulico para geração de energia elétrica implica, pela sua própria natureza, no represamento do curso nor-

mal das águas dos rios, com a construção de grandes estruturas de barramento e controle das águas. Essa atividade da engenharia produz inúmeros benefícios sociais decorrentes da utilização da energia elétrica, mas traz também, por vezes, em contrapartida, algumas perturbações no equilíbrio ecológico local e regional. Considerando que são persistentes ao longo do tempo alguns desses efeitos negativos, tanto ecológicos quanto econômicos, como, por exemplo, o assoreamento dos reservatórios e a obsolescência dos equipamentos, e levando em conta a existência de aproveitamentos hidroelétricos (alguns com sistemas hidráulicos ainda operativos) que já completaram mais de 40 anos, seria aconselhável a realização de um programa de avaliação do grau de "envelhecimento" dessas instalações, a fim de se recomendarem as atuações cabíveis.

O referido estudo deveria apresentar:

- I - recomendações relativas à recuperação ou à desmontagem desses UHE's;
- II - sugestões de providências que conduzem ao alongamento da vida útil das usinas mais recentes, das que forem projetadas a seguir; e
- III - sugestões de medidas de projeto que venham a melhorar, em cada caso particular, a qualidade do sistema ecológico dos rios e bacias.

Volume de atividade de serviços de projeto: fixação de tecnologia

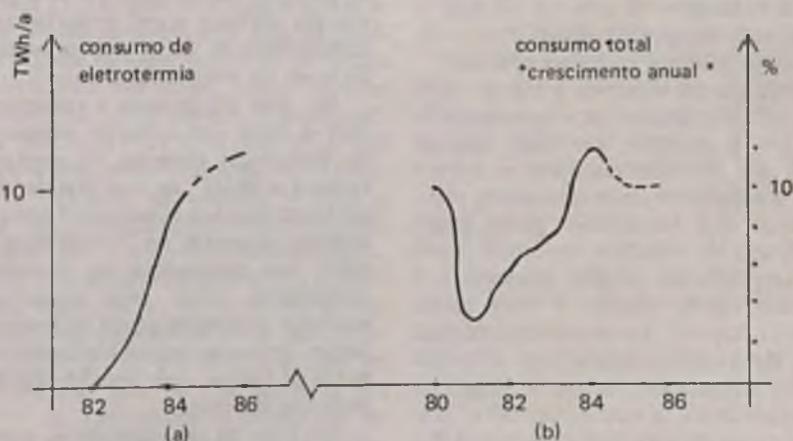
A crise interna da economia brasileira repercutiu agudamente no Setor Elé-

trico, quando a taxa de crescimento de consumo de energia elétrica "mergulhou" dos níveis históricos médios, da ordem de 10% ao ano, até 3,2% ao ano, em 1981, o mais baixo índice dos últimos 16 anos. Em consequência, houve um adiamento de diversos novos projetos, com reflexos imediatos nas empresas de engenharia do Setor, que se viram na contingência de reduzir fortemente o nível de suas atividades, gerando desmobilização de pessoal altamente qualificado. A auto-suficiência técnica duramente conseguida pelas empresas nacionais de engenharia ficou ameaçada pelo longo processo de desmobilização iniciado em 1981.

Essa situação experimenta agora um início de reversão. Recentemente a Eletrobrás elaborou um programa, a ser desenvolvido no período 1984-90, de estudos de inventário e de viabilidade de UHE's cobrindo as Bacias do Amazonas (Trombetas, Xingu, Madeira, Curuá-Una, Jari e Tapajós, Tocantins), do Atlântico Norte/Nordeste, do Paraguai, do São Francisco, do Atlântico Sul (Paraíba do Sul, Jequitinhonha, Doce e Mambucaba) e do Paraná (Iguaçu, Chopim, Jordão, Tibagi e Sicuriú). Essa programação de estudos permitiu que fosse amenizado, em parte, o problema de ociosidade das equipes de várias empresas de engenharia do Setor Elétrico.

Importante inovação no mercado da energia elétrica nos últimos anos foi, sem dúvida, a promoção da eletrotermia, institucionalizada pelo governo a partir de 1982.

FIGURA 3



Nota: O consumo global do Brasil no ano de 1984 foi de 148.5 TWh.

Fonte: Boletim Mensal da ELETROBRÁS, janeiro de 1985.

Tarifas favorecidas — EGTD, Energia Garantida por Tempo Determinado e ESNG, Energia Sazonal Não Garantida — estão, desde então, incentivando o uso de energia elétrica na indústria como fonte de calor, substitutiva dos derivados de petróleo (Figura 3a). Os contratos da EGTD e da ESNG vigoram até 1986, quando duas outras modalidades de incentivo estão sendo estudadas e serão oferecidas aos consumidores. Em consequência dessa promoção e de um reaquecimento das atividades do setor industrial, o consumo de energia elétrica do país voltou a crescer, com altas taxas anuais (Figura 3b), trazendo uma expectativa de retomada da construção de usinas geradoras e, conseqüentemente, dos serviços de estudos e de projetos básicos e executivos.

Conclusões

- 1ª) a área de engenharia de estudos e projetos para o setor de hidroeletricidade está nacionalizada;
- 2ª) os grandes projetos para o futuro próximo são:
 - I — a transferência de grandes blocos de energia a longas distâncias, a partir da Região Norte;
 - II — a construção de PCH's e de usinas de baixa queda; e
 - III — a realização de estudos relativos aos efeitos ecológicos decorrentes de implantação de UHE's e ao "envelhecimento" das centrais mais antigas.

Para todos esses serviços, as empresas brasileiras de serviço de engenharia de projetos estão perfeitamente capacitadas, podendo ainda contratar serviços para o exterior.

Desenvolvimento tecnológico para o Setor Elétrico

JERZY LEPECKY
ACHER MOSSÉ

Jerzy Lepecky é diretor-executivo do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da ELETROBRÁS. Engenheiro civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, com cursos de extensão na Rensselaer Polytechnic Institute — Troy, EUA, e Massachusetts Institute of Technology, EUA.

Acher Mossé é diretor do Laboratório de Sistemas Elétricos do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica e professor da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi professor da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia na Universidade Federal do Rio de Janeiro e coordenador da Coppetec. Engenheiro mecânico e de produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com mestrado (M.Sc) e doutorado (Ph.D) pela Universidade de Houston, Texas, nos Estados Unidos. É consultor da Financiadora de Estudos e Projetos — Finep e do Exército brasileiro, na área de administração de P & D.

Papel dos Órgãos de Pesquisa

Desde o início da implantação da energia elétrica no Brasil, no final do século passado, sucederam-se várias fases de dependência tecnológica do Setor Elétrico em relação aos países industrializados.

Nos primeiros tempos, tanto o projeto como os equipamentos, e mesmo a infra-estrutura para os empreendimentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica eram importados pelas companhias do Setor e as principais delas eram de origem estrangeira.

Na área de projeto e construção, o País é hoje virtualmente independente de tecnologia externa. As empresas de energia elétrica, na sua grande maioria pertencentes aos Governos Federal e Estaduais, apoiadas no "know-how" existente nas companhias de engenharia e consultoria, estão hoje capacitadas a executar quaisquer obras de interesse do Setor, inclusive usinas hidroelétricas do porte de Itaipu, com seus 12.600 MW de potência instalada.

Na área de equipamentos, o mesmo não se verifica. A indústria ligada ao Setor, cuja evolução se deu dentro de uma filosofia de substituição de importações

e não de tecnologia, é formada principalmente por filiais de grandes conglomerados europeus e norte-americanos. Como resultado natural desta evolução, os fabricantes de equipamentos elétricos no Brasil atuam de maneira semelhante às montadoras de veículos automotores, que basicamente executam no país projetos desenvolvidos em suas matrizes.

Dentro desse quadro, aparentemente não muito favorável ao desenvolvimento tecnológico nacional, existem, entretanto, muitas lacunas a serem preenchidas por tecnologia autóctone ou mesmo importada e adaptada para utilização em nosso país.

O crescimento e amadurecimento do Setor geraram um maior nível de exigência tecnológica em relação aos novos empreendimentos. Alguns destes, sem similar no exterior, vêm exigindo a união de esforços de estrangeiros e brasileiros para seu projeto e sua execução. Nesta última categoria situam-se a já citada Usina Hidroelétrica de Itaipu e a transmissão em corrente contínua de 6000 MW em ± 600 kV, desde Foz do Iguaçu, PR, até São Roque, SP, numa distância de aproximadamente 800 km.

Se nos países industrializados o crescimento do Setor Elétrico vem sendo amortecido por diversos fatores, no Brasil o potencial de crescimento desse Setor está praticamente inexplorado. A grande extensão territorial, as grandes distâncias entre os centros consumidores e as regiões de grande potencial de geração hidroelétrica, o crescimento do consumo a níveis da ordem de 12% a.a., a necessidade de fortalecer a interligação entre os diversos subsistemas regionais visando ao melhor aproveitamento de seus potenciais de geração e transmissão, tudo, enfim, conduz à previsão da continuação da expansão do Sistema Elétrico Brasileiro a um futuro próximo. A capacidade instalada no país, hoje em torno de 40 GW, deverá dobrar nos próximos 10 anos.

Os investimentos na distribuição de energia nos grandes centros urbanos deverão ser mantidos e mesmo ampliados, sob pena de uma grave deterioração na qualidade dos serviços prestados ao usuário final.