



ENERGIA HIDRELÉTRICA

Luiz Cláudio de Almeida Magalhães

Formado em Engenharia pela Universidade Federal de Minas Gerais, possui também o Curso Superior da Escola Superior de Guerra, o de Técnico de Administração e outras especializações realizadas no exterior.

Nas Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A. — CEMIG — ocupou sucessivamente todos os postos da hierarquia, de Engenheiro a Vice-Presidente.

Participou também da criação da Eletrificação Rural de Minas Gerais S.A. — ERMIG — tendo sido seu Diretor-Superintendente desde o início de suas atividades; da organização do Instituto de Desenvolvimento Industrial — INDI; da criação do Centro das Indústrias das Cidades Industriais de Minas Gerais. Foi Diretor da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Secretário da Fazenda do mesmo Estado, e Presidente da Furnas Centrais Elétricas S.A.

ENERGIA NO MUNDO

Considerações Gerais



Homem, desde o seu surgimento na face da Terra, há milênios, vinha fazendo uso quase exclusivo da força animal e da própria força humana para a sua sobrevivência.

Há pouco mais de uma centena de anos, graças a sucessivas descobertas e invenções, passou a utilizar, em ritmo crescente, novas formas de energia e de máquinas por elas movimentadas.

Podemos nos aperceber deste período da História pela íntima correlação entre os índices de desenvolvimento da civilização e, coincidentemente, os índices de consumo de energia.



O conhecimento das atuais fontes econômicas de energia e a busca de novas outras é, portanto, um processo inevitável para a sobrevivência do Homem, a fim de assegurar os níveis já atingidos pela civilização e possibilitar alcançar níveis mais elevados de desenvolvimento conforme suas aspirações.

As formas convencionais de produção de energia, que, economicamente, têm utilização em escala industrial, são, principalmente:

- a combustão dos elementos fósseis (minerais): petróleo, carvão, gás natural;
- a utilização dos potenciais hidráulicos;
- a fissão nuclear do Urânio.

Outras formas são possíveis, porém em menor escala ou ainda incipientes.

Das formas citadas vamos nos ater à que se refere o tema dado para a nossa palestra: a energia hidrelétrica, decorrente da utilização dos potenciais hidráulicos.

Energia Hidrelétrica

Desde os tempos primitivos, o Homem utiliza a energia hidráulica em seu benefício, quando verificou que a força natural dos cursos de água, principalmente

junto a cachoeiras ou corredeiras, podia girar as pás de uma roda acoplada, por exemplo, a um moinho. Essas aplicações eram evidentemente precárias, uma vez que o uso da energia tinha que ser realizado no próprio local da queda de água e, por outro lado, suas dimensões estavam limitadas pelos processos primários de fabricação da roda e de seu acoplamento (eixos, engrenagens, correias etc.).

Com o advento do uso da corrente elétrica, em fins do século XIX, foi possível transformar a energia hidráulica em uma nova forma de energia que podia ser transportada a grandes distâncias: surgiu, então, a energia hidrelétrica. Essa nova forma de energia, cujo termo híbrido exprime bem a simbiose entre a fonte primária e sua utilização, passou a predominar de tal forma, em consequência da vertiginosa evolução tecnológica, que hoje em dia se pode afirmar que a energia hidráulica só é utilizada, em escala industrial, para a produção de eletricidade. Daí se usar, quase sem distinção, os termos energia hidráulica e energia hidrelétrica, indiferentemente, na prática.

De fato, o desenvolvimento dessa tecnologia possibilitou acoplar uma roda de água aperfeiçoada, de alta velocidade, a turbina, a um gerador de energia elétrica através de um eixo em instalação compacta, associados aos demais elementos de controle, regulador de velocidade, de tensão, etc.

Em última análise, o que se utiliza é a energia potencial de um corpo em queda livre (no caso, um certo volume de água) que, conforme nos ensina a Física, é medido pelo produto da massa do corpo pela altura da queda.

Assim, levando-se em conta as perdas hidráulicas e o rendimento do conjunto turbina e gerador, da ordem de 90%, a potência de uma usina hidrelétrica será dada, aproximadamente, pela fórmula

$$P = 0,0086 Q \times h$$

onde,

P = potência da usina em MW

Q = vazão média em m³/s

h = queda bruta, ou seja, a diferença entre o nível a montante e o nível a jusante (canal de fuga), em m.

Para facilitar a compreensão da exposição, procuramos dar no anexo deste trabalho algumas noções gerais sobre a energia hidrelétrica, fator de carga, regularização através de reservatórios, etc.

A geração hidrelétrica e a capacidade instalada por região e principais países estão no quadro que se segue:

ENERGIA HIDRELÉTRICA NO MUNDO

Regiões e Países Principais	(1) Recursos Hidráulicos (MW)	(2) Capacidade Instalada (1971/1972) (MW)	(2) Geração Anual (1971/1972) (GWh)
Europa Ocidental	194.414	97.822	366.533
Estados Unidos	186.700	53.404	256.781
Canadá	94.500	32.501	178.169
URSS	269.000	31.500	123.000
Ásia (exceto Japão)	525.708	26.990	115.856
Japão	49.592	19.897	82.270
América Latina (exceto Brasil)	246.744	12.594	50.644
Brasil	120.000*	10.484	59.155
África	437.104	8.154	30.169
Oceania	36.515	7.509	28.897
Europa Oriental (exceto URSS)	20.993	6.176	15.784
TOTAL	2.290.901	307.131	1.307.257

(*) Brasil: 150.000 MW (MME, 1967), 157.200 MW (Este trabalho)
 Fontes: (1) - World Conference Survey of Energy Resources, 1974
 2 - ONU - World Energy Supplies, 1968/71

A participação da energia hidrelétrica em alguns dos principais países em relação à produção elétrica total, é a seguinte:

PARTICIPAÇÃO DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA - 1974
(28 países de maior produção de energia elétrica)

Países	(%)	Países	(%)
Noruega	100	Itália	27
Brasil	92	Austrália	20
Nova Zelândia	77	Japão	18
Suíça	77	Argentina	17
Suécia	76	Romênia	16
Canadá	75	Estados Unidos	15
Áustria	57	URSS	14
Iugoslávia	52	Tchecoslováquia	7
Finlândia	47	República Federal da Alemanha	6
México	41	Polônia	3
Venezuela	40	Reino Unido	2
Espanha	38	República Democrática da Alemanha	2
Índia	34	África do Sul	1
França	32	Holanda	0

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

Aspectos técnicos e econômicos

Sob o aspecto técnico e econômico, a vantagem mais evidente da energia hidrelétrica (em regiões com condições hidrográficas e de relevo favoráveis e cujo potencial ainda não foi inteiramente explorado) é o seu baixo custo de geração — a tal ponto que indústrias de alto consumo de eletricidade, em que o preço da energia

representa fração importante dos custos de produção, como a de alumínio, da polpa e do papel, dos fertilizantes nitrogenados, tenderam a se concentrar, desde a primeira metade do século, em áreas ou países de predominância hidrelétrica: Canadá, Noruega, certas regiões dos Estados Unidos, etc. Essa vantagem é ainda complementada pela flexibilidade de operação e alto nível de confiabilidade, que são características das máquinas hidrelétricas, que se refletem diretamente em termos de confiabilidade do sistema e qualidade de serviço.

Mas a energia hidrelétrica tem certas desvantagens técnicas inerentes e que devem ser levadas em conta durante o planejamento e a operação do sistema.

A primeira desvantagem reside no fato de que a usina hidrelétrica deve ser construída junto à fonte e não junto à carga, isto é, não há flexibilidade para deslocá-la, pois os cursos de água estão em locais fixos, onde a natureza os colocou. À medida que os aproveitamentos economicamente viáveis vão sendo construídos, os demais tendem a se afastar cada vez mais do consumo, aumentando o seu custo, acrescidos por linhas de transmissão cada vez mais longas.

As usinas térmicas convencionais ou nucleares podem ser construídas junto à carga, o mais próximo possível do consumo, pois a matéria-prima é economicamente transportável.

A segunda desvantagem está ligada ao longo prazo necessário para a maturação dos investimentos: a construção de uma usina hidrelétrica de grande porte pode se estender por um período de cinco a sete anos, aos quais se devem acrescentar pelo menos um a dois anos para o projeto e engenharia e dois a três anos de estudos preliminares, o que conduz a um horizonte de planejamento de oito a doze anos.

Outra desvantagem séria, principalmente em países em desenvolvimento, carentes de capital, é o alto investimento exigido para a construção da usina, do reservatório de acumulação, de linhas de transmissão para interligação ao sistema, e de toda a infraestrutura necessária (estradas, comunicações, acampamento provisório, vila de operadores, etc.). A indústria de energia hidrelétrica é essencialmente de uso de capital intensivo.

A operação de uma usina hidrelétrica, em compensação, envolve custos anuais relativamente pequenos, mas está, por sua vez, sujeita a uma limitação fundamental: a capacidade de geração da usina, em um determinado período, dependerá sempre da quantidade de água afluente ao reservatório, a qual varia de forma aleatória, e não pode ser prevista com precisão. De uma certa forma, a geração da usina depende dos caprichos da natureza (e, portanto, a produção do parque industrial, que depende dessa energia, e a receita da empresa operadora). Graças, no entanto, aos instrumentos teóricos fornecidos pela hidrologia estatística, pelos métodos de programação matemática e pela teoria da decisão sob incerteza, é possível desenvolver modelos matemáticos, programados em computador, para a operação nacional do sistema (utilizando-se a energia acumulada nos reservatórios ou a complementação térmica) que permitem assegurar um nível global de garantia de suprimento pelo menos equivalente, ou mesmo superior ao dos sistemas pura-

menta térmicos (onde a maior incerteza deriva da indisponibilidade das instalações, decorrente de acidentes ou falhas de componentes ou sistemas).

Pode-se citar que FURNAS, como empresa federal de caráter regional, controlando a maior parte da capacidade de armazenamento hidráulico, da complementação térmica e dos sistemas de interligação da Região Sudeste, teve que se preocupar, desde o início de suas operações, com esse problema.

Uma equipe altamente qualificada de especialistas foi reunida e, durante anos, somas consideráveis foram investidas em estudos, pesquisas e desenvolvimento de modelos e programas de computador. Graças a esse trabalho pioneiro e à troca de experiência com outras grandes empresas nacionais que realizaram esforço semelhante, FURNAS dispõe hoje de um "know-how" próprio, constituído de equipes treinadas e de modelos e programas de computador extremamente sofisticados, em nível equivalente ao de qualquer outra grande empresa elétrica do Mundo e pode assim garantir, no dimensionamento e na operação de seu sistema, a confiabilidade indispensável.

Aspectos ambientais — ecossistema

A produção de energia utilizável pelo Homem representa sempre uma ação sobre o meio físico, com inevitáveis modificações, mais ou menos extensas, das condições ambientais e do sistema ecológico. Em alguns casos, tal ação pode provocar um dano ao sistema. Esse dano deve ser minimizado ou, quando possível, evitado; em outros casos, a modificação pode ser benéfica, levando o sistema a uma nova situação de equilíbrio natural mais desejável que a existente antes da ação humana.

De todas as fontes de energia à nossa disposição, o uso indiscriminado da lenha e do carvão vegetal, como praticado atualmente no País, é especialmente danoso, sob o ponto de vista ecológico, por significar a devastação de reservas florestais para uma utilização tão pouco nobre como é a lenha ou o carvão vegetal. O processo de carvoejamento racional, associado ao aproveitamento para uma indústria carboquímica com base em reflorestamento, talvez fosse economicamente viável em competição com o aproveitamento para a indústria de celulose, experiência ainda não realizada no Brasil.

A produção, o transporte e a final utilização dos combustíveis fósseis implicam em graves problemas ecológicos: a primeira, porque pode acarretar a destruição paisagística de vastas regiões; o transporte, por congestionar vias de comunicação e envolver riscos ambientais em casos de acidente; e a utilização final, porque pode ocasionar a poluição da atmosfera em face do desprendimento de gases, a poluição térmica das águas pelo calor residual, e a poluição da paisagem pelas cinzas e resíduos da combustão.

A energia nuclear, em vista dos seus riscos inerentes, exige medidas e cuidados especiais, de custo elevado, tecnologia sofisticada e administração altamente especializada, de forma a se ter o elevado grau de segurança exigido pelos organismos internacionais incumbidos de sua fiscalização.

A geração hidrelétrica não apresenta nenhum dos problemas típicos dos processos de combustão, nem os riscos inerentes à energia nuclear, mas a atividade de construção de barragens e usinas e, principalmente, a criação de grandes reservatórios, interfere em maior ou menor grau com o sistema ecológico e com a estrutura sócio-econômica da área.

O nível desta interferência e as modificações induzidas no sistema devem ser avaliados em cada caso, a fim de desenvolver e valorizar as modificações benéficas, e evitar ou minimizar as modificações negativas. A experiência brasileira tem demonstrado que, na maior parte dos casos, consegue-se um balanço final positivo.

Assim, em regiões pouco desenvolvidas, a construção de uma usina hidrelétrica pode desorganizar o antigo sistema sócio-econômico, mas geralmente é um elemento de inovação e dinamização econômica e cultural: em alguns casos, o reservatório pode fazer desaparecer uma queda de água ou outra beleza natural, mas o lago artificial formado oferece amplas possibilidades desportivas e recreacionais e poderá constituir-se em pólo de atração turística (citem-se, como exemplo, o reservatório de Guarapiranga, em São Paulo, e o Plano de Desenvolvimento da área do reservatório de Furnas, realizado em convênio com o Estado de Minas Gerais); inundam-se terras agrícolas, mas um programa de povoamento do reservatório com peixes, cientificamente planejado (como vem sendo executado, em caráter experimental, na Usina de FURNAS) pode levar a uma produção de proteínas capaz de compensar a anteriormente advinda da atividade agrícola ou pastoril, a par dos aspectos de lazer e de turismo decorrentes.

Em reservatórios de grande volume de água existe o risco, muito raro, de ocorrência de tremores de terra, imediatamente após o seu enchimento, devido à acomodação das camadas inferiores do maciço sob o peso da água acumulada; as águas paradas a montante podem ainda propiciar a proliferação de insetos transmissores de doenças, o que, no entanto, é passível de ser controlado.

Deve-se observar, finalmente, que a operação do reservatório visando à otimização da produção de energia elétrica levará naturalmente à regularização das vazões do rio, evitando-se os fenômenos de enchentes ou de secas prolongadas e propiciando, portanto, um benefício real e mensurável às populações e mesmo ao ecossistema a jusante.

Em conclusão, pode-se afirmar que a construção de uma usina hidrelétrica e a criação de seu reservatório de acumulação provocam interações importantes com o ecossistema e só a análise pormenorizada dos diversos componentes desta complexa interação permite avaliar, em cada caso, se a resultante global é positiva ou negativa, comparando-se estes custos ou benefícios indiretos com os seus custos e benefícios diretos.

Aspectos estratégicos

Sob o ponto de vista global, é fundamental distinguir as fontes renováveis (cuja utilização implica na valorização de um recurso natural, sem o destruir) e não

renováveis (cuja utilização representa uma redução na herança global que cada geração lega às suas sucessoras; o surgimento de novas tecnologias e mudanças de objetivos poderiam ensejar melhor uso da parcela que for subtraída).

Uma política energética coerente deve, portanto, visar prioritariamente à utilização de fontes renováveis e, nesse grupo, a energia hidrelétrica ocupa lugar privilegiado, por ser a única acessível, em escala industrial e a baixo custo, com a tecnologia atualmente disponível.

Dentro de um contexto estratégico global, o aspecto da segurança nacional tem, evidentemente, importante consideração na análise de integração de um projeto hidrelétrico ao sistema. A título de exemplo, citaremos os estudos de viabilidade dos projetos de Salto da Divisa/Itapebi, no Rio Jequitinhonha, divisa dos Estados de Minas Gerais e Bahia, e o de Ilha Grande (Guaíra) na divisa Paraná/Mato Grosso.

Ambos foram estudados por FURNAS e, na escolha da alternativa final, pesaram consideravelmente os aspectos da Segurança Nacional e da interação usina/meio.

O aproveitamento Salto da Divisa/Itapebi é um projeto estratégico que permitirá interligar os sistemas elétricos das Regiões Sudeste e Nordeste, garantindo o suprimento aos projetos industriais que se estão estabelecendo nessa região, hoje supridos apenas por uma fonte de energia hidráulica proveniente do Rio São Francisco; além disto, deverá agir como elemento de dinamização da economia de uma das regiões mais pobres do País, o Vale do Jequitinhonha, no Estado de Minas Gerais. A energia que deverá fluir na linha de transmissão Vitória/Itapebi/Salvador é de alto interesse para o grande sistema de interligação nacional.

Os estudos de viabilidade de Ilha Grande, no Rio Paraná, indicavam como mais econômica, entre outras, uma alternativa de se construir um único aproveitamento na localidade de Guaíra que, no entanto, provocaria a inundação de mais de 10.000 km² de terras, criando um lago artificial de 200 km no eixo maior e 50 km no eixo menor. Optou-se, então, pelo aproveitamento da queda natural através de dois projetos — Ilha Grande e Porto Primavera — com dois lagos menores e que permitiam o acesso fácil através das rodovias e ferrovias das regiões de cada margem. Esse aproveitamento, com um único reservatório, praticamente colocaria o futuro Estado de Campo Grande isolado do restante da Região Sul/Sudeste do País, trazendo óbvias implicações negativas quanto aos aspectos sociais, econômicos e políticos. A decisão por dois aproveitamentos, mesmo apresentando certa elevação nos custos do kW instalado, passou a se justificar tendo em vista o interesse global e estratégico do projeto.

ENERGIA HIDRELÉTRICA NO BRASIL

Potencial Hidrelétrico Brasileiro — Sua Distribuição Regional

As informações mais recentes disponíveis permitem estimar que o potencial hidráulico brasileiro, quando totalmente aproveitado, em condições econômicas,

poderá representar uma capacidade firme de produção de cerca de 740 TWh/ano, correspondentes à instalação de cerca de 160.000 MW em usinas hidrelétricas, operando, portanto, com um fator de capacidade, em período seco, de aproximadamente 0,50.

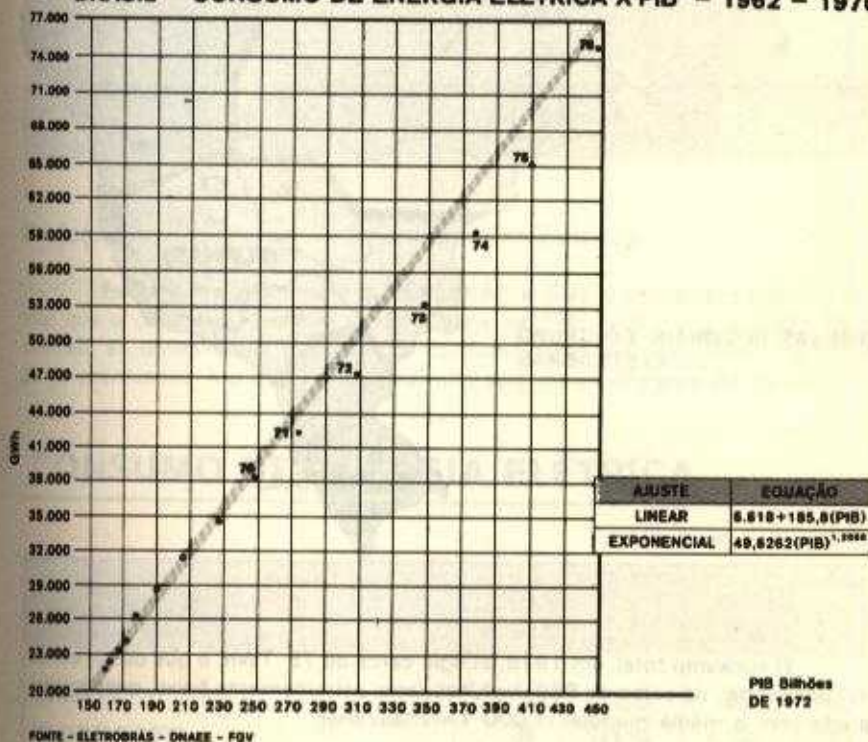
CAPACIDADE FIRME DE GERAÇÃO E CAPACIDADE INSTALADA PREVISTA

	Energia Firme TWh/ano	Capacidade GW
NORTE	372.7	72.0
Tocantins-Araguaia	71.4	16.3
Xingu	64.0	14.6
Tapajós	63.6	14.5
Madeira	21.9	5.0
Cotingo	3.9	0.9
Outros afluentes (Amazonas)	67.9	15.5
Bacias costeiras	3.9	0.9
NORDESTE	57.3	14.5
São Francisco	54.4	13.9
Bacias costeiras	2.9	0.6
SUDESTE/CENTRO-OESTE	188.9	44.5
Paraná	58.6	13.3
Paranaíba	37.2	8.8
Grande	34.6	8.0
Doce	14.1	2.7
São Francisco	11.5	2.4
Jequitinhonha	9.7	2.8
Paraíba e bacias costeiras	23.2	6.5
SUL	120.6	26.2
Iguaçu	37.6	9.8
Uruguai	27.3	5.6
Jacuí	5.0	1.1
Outras bacias	3.8	0.8
Trcho internacional		
Paraná e Uruguai (50%)	46.9	8.9
BRASIL	739.5	157.2

Consumo de Energia Elétrica — Mercado

Como vimos anteriormente, existe íntima correlação entre o consumo total de energia e o nível de desenvolvimento industrial dos países. No caso da energia elétrica, esta correlação mais se acentua; no Brasil, é uma característica básica de novo processo de desenvolvimento.

BRASIL — CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA X PIB — 1962 — 1976



No ano de 1976, cerca de 76% do consumo de eletricidade se concentraram na Região Sudeste, 11% na Região Nordeste e 12% na Região Sul; a Região Norte representou pouco mais de 1% do consumo total.

DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO CONSUMO EM 1976



O consumo total, em 1976, atingiu cerca de 75 TWh, o que dá um consumo "per capita" de cerca de 680 kwh/hab./ano, extremamente baixo, quando comparado com a média mundial (1.000 kwh/hab./ano).

Se considerarmos isoladamente a Região Sudeste do Brasil, seus índices (1.155 kwh/hab./ano) são bastante expressivos e podem-se comparar favoravelmente com a média mundial.

Em uma visão mais dinâmica do problema, no entanto, pode-se observar que o País tem mantido e deverá manter, nos próximos anos, taxas de crescimento do consumo que figuram dentre as mais elevadas do mundo, o que tende a reduzir a sua defasagem em relação aos países mais desenvolvidos.

REGIÃO	CONSUMO 1976	
	TWh	(%)
NORTE	1	1,5
NORDESTE	8	10,9
SUDESTE	57	75,7
SUL	9	11,9
BRASIL	75	100,0

Projeção do Consumo — Necessidades Futuras

Estudos realizados pela ELETROBRÁS e suas subsidiárias permitem estimar que o consumo brasileiro atinja a mais de 740 TWh, no ano 2000. Nessa ocasião, as diversidades regionais de consumo terão sido reduzidas, mas serão ainda acentuadas, e o quadro nacional não será muito diferente do de hoje.

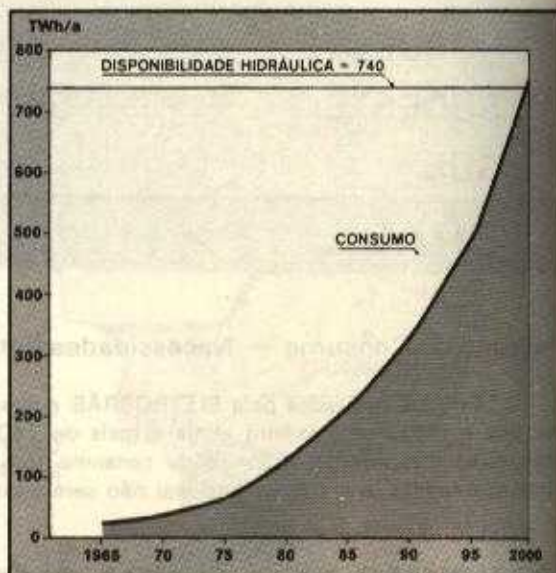
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Nº9 do DEME - ELETROBRÁS

REGIÕES	1976		2000	
	TWh	(%)	TWh	(%)
NORTE	1	1,5	42	6
NORDESTE	8	10,9	156	21
SUDESTE + CENTRO-OESTE	57	75,7	438	59
SUL	9	11,9	112	15
BRASIL	75	100,0	748	100

A comparação do potencial hidrelétrico nacional indicado no quadro, com a projeção do consumo, mostra que, sob um ponto de vista global, todas as necessidades brasileiras em energia elétrica poderiam ser atendidas, até o fim do século, utilizando-se exclusivamente a energia hidrelétrica.

DISPONIBILIDADE HIDRELÉTRICA X CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL



A geomorfologia brasileira é tal que os recursos hidráulicos são espalhados por todo o País, com certa predominância na Região Norte, onde se situa a maior bacia hidrográfica do Mundo, a do Rio Amazonas.

O potencial hidráulico está sendo utilizado de acordo com as necessidades do mercado, levando-se em consideração as distâncias de transmissão até os centros de carga. Esse potencial é hoje bem conhecido, excetuados certos tributários do Amazonas e outros rios situados em áreas remotas que ainda não foram investigadas. Um completo levantamento da Região Norte está sendo realizado atualmente.

Assim, se todos os aproveitamentos fossem executados, a produção de energia hidrelétrica tenderia a se estabilizar em torno de 740 TWh, enquanto o consumo continuaria a crescer, passando o excedente a ser atendido por outras fontes de produção de energia elétrica.

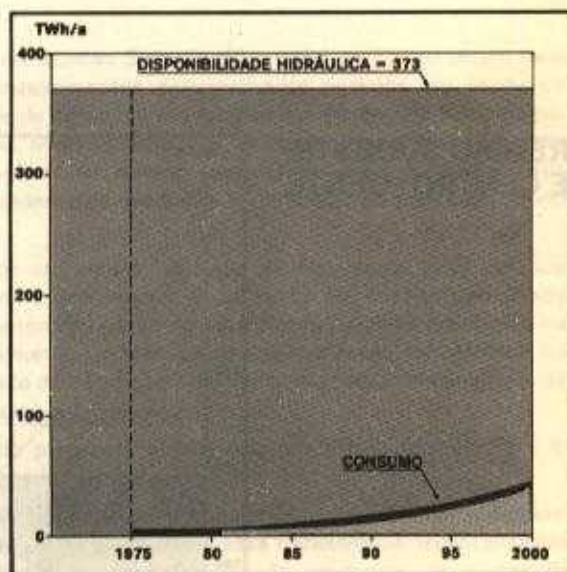
Distribuição Regional do Potencial e do Consumo

É evidente, porém, que o potencial hidrelétrico deverá ser utilizado de acordo com as necessidades do consumo nas diversas regiões, levando-se em consideração as distâncias de transmissão até os centros de carga e as correlações com o desenvolvimento regional.

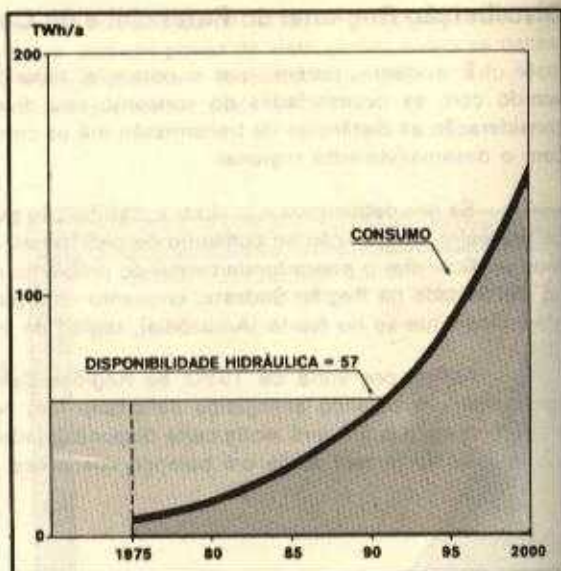
Se nos detivermos a analisar a distribuição geográfica do potencial hidráulico brasileiro, em relação ao consumo de eletricidade nas diversas regiões, poderemos verificar que o ponto fundamental do problema é a concentração do consumo de eletricidade na Região Sudeste, enquanto uma parcela ponderável do potencial hidráulico situa-se no Norte (Amazônia), região de menor consumo do País.

Assim, por volta de 1990, as Regiões Sudeste e Nordeste passarão a apresentar um balanço energético deficitário (em relação à geração hidrelétrica local), enquanto o Sul terá ainda certa disponibilidade de recursos no fim do século e a Região Norte terá ainda um balanço energético tranqüilo.

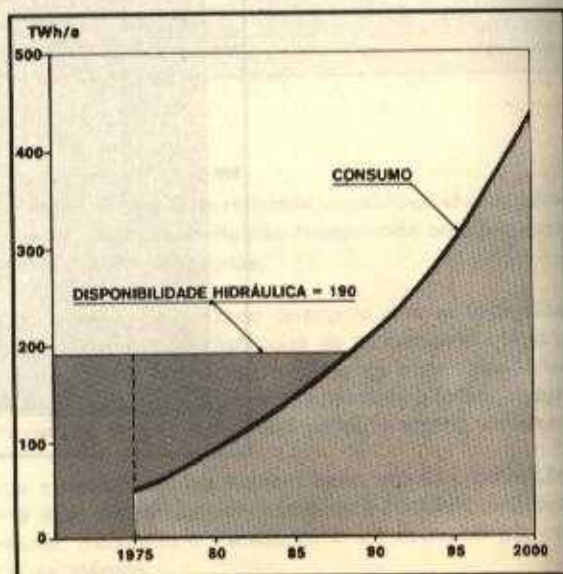
REGIÃO NORTE



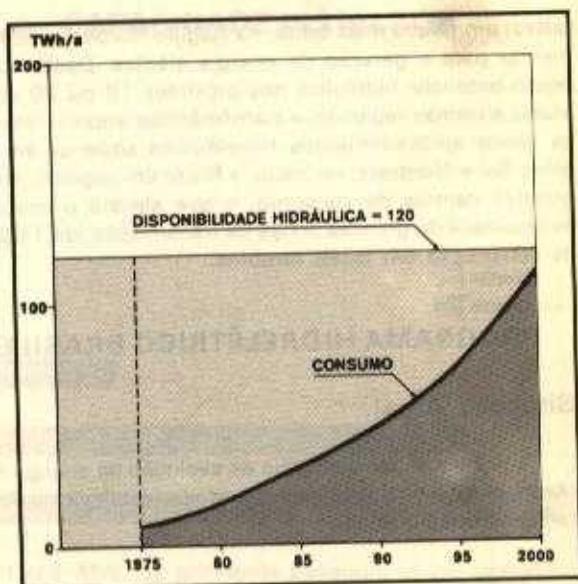
REGIÃO NORDESTE



REGIÃO SUDESTE E CENTRO-OESTE



REGIÃO SUL



O déficit energético das Regiões Sudeste e Nordeste no fim do século teria que ser suprido através de investimentos extremamente pesados em linhas de transmissão ligando os centros de carga dessas regiões aos potenciais ainda disponíveis nas Regiões Sul e Norte, investimentos que se tornariam ociosos à medida em que se desenvolvesse o consumo nessas regiões. No caso da Região Sul, pode-se prever que todo o excedente de produção seria absorvido pelo seu próprio consumo até o fim do século.

Um programa baseado em uma única fonte de suprimento teria reduzida sua flexibilidade em termos de planejamento e de execução, e seria demasiado vulnerável a eventuais crises setoriais ligadas ao suprimento de matérias-primas ou à prestação de serviços. Finalmente, a falta de complementação termelétrica no sistema, reduzindo a flexibilidade de operação, não permitiria todos os benefícios da operação coordenada.

A complementação do programa hidrelétrico por usinas termelétricas é, assim, uma necessidade econômica básica no desenvolvimento do setor.

As reservas conhecidas de carvão, na Região Sul, deverão ser utilizadas, mais intensivamente que até agora, para atender a essa necessidade, levando-se em conta, ainda, a sua localização, a qualidade do carvão produzido, os custos de produção e as necessidades do programa siderúrgico nacional. Considerando-se que a utilização intensiva de petróleo para a geração de energia elétrica seria totalmente injustificável face à atual conjuntura internacional, parece evidente que a geração nuclear deverá assumir um caráter prioritário, especialmente na Região Sudeste e,

talvez, um pouco mais tarde, na Região Nordeste, como fonte alternativa e complementar para a geração de energia elétrica. Dessa forma, a utilização racional de nosso potencial hidráulico nos próximos 15 ou 20 anos, exigirá a interligação dos atuais sistemas regionais e transferências importantes de energia entre os mesmos; os novos aproveitamentos hidrelétricos situar-se-ão predominantemente nas Regiões Sul e Nordeste, no início, e Norte em seguida, afastando-se cada vez mais dos grandes centros de consumo, o que elevará o custo do kW instalado, devido à necessidade de grandes linhas de transmissão (de 1.000 à 2.000 km) e a problemas de construção em locais remotos.

PROGRAMA HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

Situação Atual

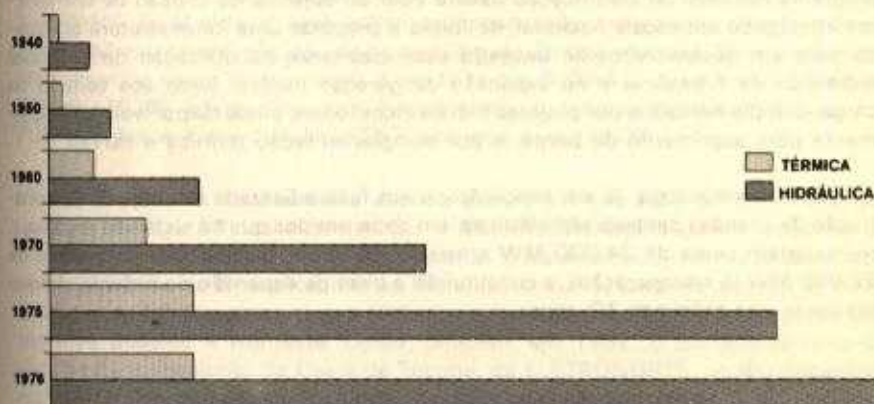
Para se ter uma idéia da evolução da energia hidrelétrica, seria interessante observar-se a evolução da capacidade instalada no País desde o seu início. Assim, temos o quadro abaixo:

ENERGIA ELÉTRICA — CAPACIDADE INSTALADA REGISTRO HISTÓRICO

Ano	Termo MW	(%)	Hidro MW	(%)	Total MW
1900	5	50	5	50	10
1910	33	21	124	79	157
1920	66	18	301	82	367
1930	149	19	630	81	779
1940	236	19	1 009	81	1 244
1950	345	18	1 536	82	1 881
1960	1 158	24	3 642	76	4 800
1970	2 405	21	8 828	79	11 233
1975	3 454	17	16 721	83	20 175
1976	3 454	15	18 954	85	22 408

ENERGIA ELÉTRICA - CAPACIDADE INSTALADA

REGISTRO HISTÓRICO



Do total atual de 18.954 MW, as principais hidrelétricas em operação (acima de 500 MW), são, por região:

POTÊNCIA INSTALADA NOMINAL

MW - 1976

HIDRELÉTRICAS		MW	MW
REGIÕES - USINAS (EMPRESAS)			
NORTE			40
NORDESTE			1.850
	Paulo Afonso (CHESF)	1.524	
SUDESTE/CENTRO-OESTE			15.264
	Ilha Solteira (CESP)	2.423	
	Jupiá (CESP)	1.411	
	Marimbondo (FURNAS)	1.440	
	Furnas (FURNAS)	1.216	
	Estreito (FURNAS)	1.050	
SUL			1.800
TOTAL			18.954

Fonte: MME

Novas Centrais Hidrelétricas e Interligação Regional

Conforme se viu anteriormente, tudo indica que, nos próximos 20 anos, o programa nacional de eletrificação deverá visar ao objetivo de criação de um sistema interligado em escala nacional, de forma a preparar uma infraestrutura adequada para um desenvolvimento baseado essencialmente na utilização do potencial hidráulico da Amazônia e na expansão da geração nuclear junto aos centros de carga, complementados por projetos hidrelétricos locais, ainda disponíveis, principalmente para suprimento de ponta, e por complementação térmica a carvão.

Os programas, já em execução ou em fase adiantada de projeto, de construção de grandes centrais hidrelétricas, em cada um dos quatro sistemas regionais, representam cerca de 34.000 MW a instalar (a serem comparados com cerca de 22.000 MW já em operação), e constituirão a base de expansão do sistema elétrico brasileiro nos próximos 10 anos.

PROGRAMA 1978/87 — APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS EM CONSTRUÇÃO

Usina	Capacidade MW	Instalada MW
Região Norte		4 080
Tucuruí (1ª etapa)	3 960	
Couto de Magalhães	120	
Região Nordeste		3 840
Paulo Afonso IV (1ª etapa)	2 950	
Sobradinho	890	
Região Sudeste + Centro-Oeste		7 917
Divisa/Itapebi	1 157	
São Simão	2 680	
Água Vermelha	1 380	
Itumbiara	2 100	
Emborcação	600	
Região Sul		18 400
Salto Osório	1 050	
Itaúba	500	
Foz do Areia	2 250	
Salto Santiago	2 000	
Itaipu	12 600(*)	
TOTAL BRASIL		34 237

(*) 50% desta capacidade, correspondentes à cota do Paraguai, serão adquiridos pelo Brasil enquanto o mercado paraguaio não tiver condições de absorvê-los.

Merece destaque especial, neste programa, o aproveitamento binacional de Itaipu, com 12.600.000 kW, cuja energia será transportada principalmente para a região de São Paulo, a 800 km de distância, através de pesados circuitos de 765 kV, estando a construção desta linha a cargo de FURNAS. Esta usina será a maior hidrelétrica do Mundo, e suas linhas de transmissão constituirão o maior projeto deste tipo em construção na época, também no âmbito mundial. Para se dar uma idéia do vulto deste investimento, a ser feito por FURNAS, cerca de 1,5 bilhão de dólares (1976), basta dizer que é equivalente a todo o investimento feito por FURNAS desde a sua criação (1957) até esta data (1976).

O primeiro circuito deste sistema entrará em operação em 1981, assegurando a interligação dos sistemas Sul e Sudeste. No ano seguinte, segundo os programas atuais, poderá entrar em operação o sistema de transmissão associado ao projeto Salto da Divisa/Itapebí, no Rio Jequitinhonha, também a cargo de FURNAS e que, ligando esta usina a Vitória e a Salvador, realizará a interligação dos sistemas Sudeste e Nordeste. Como, também, em 1982, o primeiro circuito do sistema de transmissão da Usina de Tucuruí, da ELETRONORTE, no Rio Tocantins, realizará a interligação Norte-Nordeste, pode-se dizer que, já em 1982, embora ainda de forma embrionária (devido à capacidade ainda restrita de alguns eios dessas interligações), o Brasil estará operando um único sistema elétrico interligado, um dos maiores e mais extensos do mundo, estendendo-se de Belém a Porto Alegre, no sentido Norte/Sul, e de Vitória a Corumbá, no sentido Leste/Oeste.

POLÍTICA HIDRELÉTRICA NACIONAL

A primeira central hidrelétrica brasileira, a Usina Bernardo Mascarenhas, de 250 kW, entrou em operação em Juiz de Fora, em 1889, seis anos após a Usina Termelétrica de Campos e dez anos depois de a primeira usina geradora ligada a um sistema elétrico ter sido construída por Edison, em New York.

Durante as décadas seguintes, diversos pequenos sistemas locais se desenvolveram, no Brasil, a maior parte através da iniciativa privada ou municipal, e dois sistemas maiores, já de âmbito regional, ambos de capital estrangeiro, o grupo Light, no Rio e em São Paulo, e o grupo AMFORP, nas principais Capitais dos Estados e nas cidades mais importantes do interior.

Após a Segunda Guerra Mundial, por diversas razões, a iniciativa privada, nacional e estrangeira, começou a se mostrar inapta a manter o ritmo de desenvolvimento que a industrialização acelerada exigia do setor elétrico e a liderança no desenvolvimento do setor foi assumida pelos Governos Estaduais (destacando-se entre outras a criação da CEMIG, em Minas Gerais — 1952) e pelo Governo Federal (CHESF — 1945), que procuraram equacionar o crescimento do setor em

uma visão mais global, que incluiria sua interação com o processo de desenvolvimento nacional. Essa tendência se ampliou e se afirmou através de outras iniciativas federais, destacando-se as de FURNAS, em 1957, e da ELETROBRÁS, em 1961. Destaca-se, também, neste período, a realização do planejamento global do Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos do Centro-Sul — em 1962/66, que contou com a colaboração financeira da ONU.

Uma das características deste planejamento global foi a volta à prioridade da construção de grandes usinas hidrelétricas (Paulo Afonso, Três Marias, Furnas) e da interligação dos sistemas, abandonando-se as pequenas usinas térmicas que tinham sido intensivamente utilizadas para suprimentos aos sistemas locais.

Simultaneamente, a engenharia nacional absorvia experiência em projeto de instalações hidrelétricas e na execução de todas as obras civis e da montagem eletromecânica; a indústria nacional assumia a fabricação dos equipamentos; as empresas de eletricidade organizavam suas equipes técnicas de construção e operação e sua infraestrutura administrativa e de apoio; e os órgãos superiores de decisão desenvolviam técnicas de planejamento e controle.

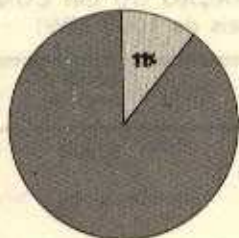
Hoje, a capacidade hidrelétrica instalada no Brasil ultrapassa 18.000 MW e 92% da energia elétrica entregue ao consumo são de origem hidráulica. Todo o projeto básico e todos os estudos de consultoria são realizados no Brasil, e as firmas de consultorias brasileiras começam a exportar o seu "know-how", realizando projetos em outros países da América Latina e da África; as firmas de construção civil brasileiras atingem nível internacional, em relação às suas dimensões e à qualidade de seus serviços, e também participam ativamente de projetos hidrelétricos no exterior; a indústria nacional fornece 90% dos equipamentos de uma usina de grande porte, como Itumbiara; as grandes empresas elétricas brasileiras, como FURNAS, CEMIG, CHESF e CESP, dentre outras e que compõem o Grupo ELETROBRÁS, são conhecidas e acatadas internacionalmente, pelo elevado nível de suas equipes técnicas, pela competência demonstrada na construção e na operação do sistema, pela eficiência administrativa, pela qualidade de seu planejamento técnico e financeiro.

O crescimento da indústria nacional de equipamentos elétricos e mecânicos pode ser visualizado quando se compara a participação nacional nos equipamentos da Usina de Furnas, inaugurada em 1963, com a correspondente a Itumbiara, que deverá entrar em operação em 1980: em 17 anos, o índice de nacionalização passa de 11% para 90%.

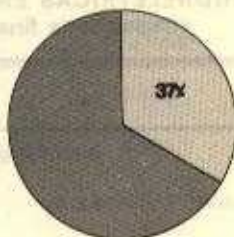
É justo, pois, que a esta altura de nossa exposição, se possa indagar: como se situa, hoje, o Brasil no Mundo, em relação à sua experiência hidrelétrica?

COMPRA DE EQUIPAMENTOS EM MOEDA NACIONAL

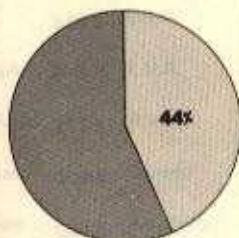
FURNAS - 1963



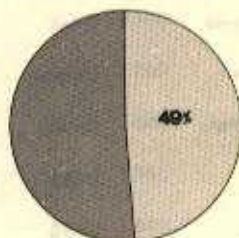
ESTREITO - 1969



FUNIL - 1969

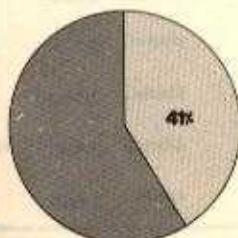


PORTO COLÔMBIA - 1973

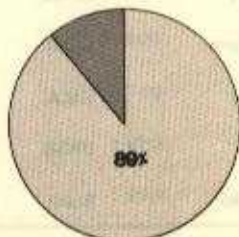


COMPRA DE EQUIPAMENTOS EM MOEDA NACIONAL

MARIMBONDO - 1975



ITUMBIARA - 1980



■ Moeda estrangeira
□ Moeda nacional

Os quadros a seguir mostram a relação das 85 usinas hidrelétricas atualmente em operação ou em construção no Mundo com mais de 1.000 MW (capacidade final).

USINAS HIDRELÉTRICAS EM OPERAÇÃO OU EM CONSTRUÇÃO
(Capacidade final de mais de 1000 MW)

Usina	País	Capacidade Final (MW)	Operação Inicial
1. Itaipú	Brasil/Paraguai	12.600	EC
2. Grand Coulee	E.U.A.	9.780	1941
3. Guri	Venezuela	6.500	1967
4. Tucuruí	Brasil	6.480	EC
5. Sayanskaia	URSS	6.400	EC
6. Krasnoyarsk	URSS	6.096	1968
7. Paulo Afonso	Brasil	6.024	1955
8. La Grande	Canadá	5.416	EC
9. Churchill Falls	Canadá	5.225	1971
10. Bratsk	URSS	4.600	1964
11. Sukhovo	URSS	4.500	EC
12. Ust-Ipimsk	URSS	4.320	1974
13. Cabora-Bassa	Mocambique	4.000	1975
14. Ingá	Zaire	3.700	EC
15. Rogunsky	URSS	3.600	EC
16. Ilha Solteira	Brasil	3.230	1973
17. John Day	E.U.A.	2.700	1968
18. Nurek	URSS	2.700	EC
19. São Simão	Brasil	2.680	EC
20. Volgograd	URSS	2.560	1958

EC — em construção

Usina	País	Capacidade Final (MW)	Operação Inicial
21. Chicoasen	México	2.400	EC
22. Volga	URSS	2.300	1955
23. WAC Bennet	Canadá	2.270	1969
24. Foz do Areia	Brasil	2.250	EC
25. Assuan	Egito	2.100	1967
26. Portas de Ferro	Romênia/Iugoslávia	2.100	1970
27. Bath Country (B)	E.U.A.	2.100	EC
28. Itumbiara	Brasil	2.100	EC
29. Chief Joseph	E.U.A.	2.069	1956
30. Salto Santiago	Brasil	2.000	EC
31. Robert Moses	Canadá	1.950	1961
32. Salto Grande	Argentina	1.890	EC
33. Dinorwic (B)	Grã-Bretanha	1.800	EC
34. Ludington (B)	E.U.A.	1.872	1973
35. St. Lawrence	E.U.A./Canadá	1.824	1958
36. The Dalles	E.U.A.	1.807	1957
37. Karakaya	Turquia	1.800	EC
38. Mica	Canadá	1.740	EC
39. Beauharnois	Canadá	1.670	1950
40. Kemano	Canadá	1.670	1954

Usina	País	Capacidade Final (MW)	Operação Inicial
41. Blue Ridge(B)	E.U.A.	1.600	EC
42. Patía	Colômbia	1.540	EC
43. Racoon Mountain (B)	E.U.A.	1.530	1975
44. Kariba	Rodésia	1.500	1959
45. Tumut 3	Austrália	1.500	1972
46. Marimbondo	Brasil	1.440	1975
47. Jupia	Brasil	1.411	1966
48. McNary	E.U.A.	1.406	1953
49. Cheboksary	URSS	1.404	1972
50. Água Vermelha	Brasil	1.380	EC
51. Saratov	URSS	1.360	1967
52. Daniel Johnson	Canadá	1.353	1970
53. Hoover	E.U.A.	1.345	1936
54. Wanapum	E.U.A.	1.330	1964
55. Inguri	URSS	1.300	EC
56. Zeya	URSS	1.290	1975
57. Takase	Japão	1.280	EC
58. Priest Rapids	E.U.A.	1.262	1959
59. Castaic	E.U.A.	1.250	EC
60. Nizhne-Kamskaya	URSS	1.248	1973

Usina	País	Capacidade Final (MW)	Operação Inicial
61. Malpaso	México	1.245	1968
62. Keban	Turquia	1.240	1974
63. Liuchiahsia	China	1.225	EC
64. Sir Adam Beck	Canadá	1.224	1954
65. Kettle Rapids	Canadá	1.224	1970
66. Furnas	Brasil	1.218	1963
67. Rocky Reach	E.U.A.	1.215	1961
68. Kenokowa	Japão	1.212	1974
69. El Chocon	Argentina	1.200	1973
70. Toktogul	URSS	1.200	1973
71. Itaparica	Brasil	1.192	EC
72. Maniconagon 3	Canadá	1.176	1973
73. Vianden (B)	Luxemburgo	1.140	1964
74. Shintoyone	Japão	1.125	1972
75. Long Spruce	Canadá	1.105	EC
76. Sanmen Hsia	China	1.100	1972
77. Dworshak	E.U.A.	1.060	1973
78. Bonneville	E.U.A.	1.059	1941
79. Bersimis 1	Canadá	1.050	1956
80. Bhakra	Índia	1.050	1963
81. Estrelito	Brasil	1.050	1969
82. Helms	E.U.A.	1.050	EC
83. Salto Osório	Brasil	1.050	EC
84. Lago Delio	Itália	1.016	1971
85. Maniconagon 2	Canadá	1.015	1965

EC — em construção

USINAS HIDRELÉTRICAS EM OPERAÇÃO (mais de 1000 MW instalados)

Usina	País	Capacidade (MW)	Operação Inicial
1. Krasnoyarsk	URSS	6.096	1968
2. Churchill Falls	Canadá	5.225	1971
3. Bratsk	URSS	4.100	1964
4. Ilha Solteira	Brasil	3.230	1973
5. Volgograd	URSS	2.560	1958
6. Grand Coulee	E.U.A.	2.161	1941
7. John Day	E.U.A.	2.160	1968
8. Assuan	Egito	2.100	1967
9. Portas de Ferro	Romênia/Iugoslávia	2.100	1970
10. Cabora Bassa	Moçambique	2.000	1975
11. Robert Moses	Canadá	1.950	1961
12. Ludington (B)	E.U.A.	1.872	1973
13. St. Lawrence	E.U.A./Canadá	1.824	1958
14. WAC Bennet	Canadá	1.816	1969
15. The Dalles	E.U.A.	1.807	1957

Energia Hidrelétrica

Usina	País	Capacidade (MW)	Operação Inicial
16. Raccoon Mountains (B)	E.U.A.	1.530	1975
17. Paulo Afonso	Brasil	1.524	1955
18. Marimbondo	Brasil	1.440	1975
19. Jupia	Brasil	1.411	1966
20. Cheboksary	URSS	1.404	1972
21. Saratov	URSS	1.360	1967
22. Hoover	E.U.A.	1.345	1936
23. Sir Adam Beck	Canadá	1.224	1954
24. Furnas	Brasil	1.216	1963
25. Kurokawa	Japão	1.212	1974
26. Shintoyone	Japão	1.125	1972
27. Estreito	Brasil	1.050	1969
28. Chief Joseph	E.U.A.	1.024	1956
29. Beauharnois	Canadá	1.021	1950
30. Lago Delio (B)	Itália	1.016	1971

Verifica-se que, das 85 em operação ou em construção, 15 são brasileiras (incluindo a usina binacional de Itaipu, a maior do Mundo) e, das 30 em operação, seis são brasileiras (Ilha Solteira é a 4ª do Mundo).

A distribuição, por países, desses projetos é bastante reveladora:

USINAS HIDRELÉTRICAS COM MAIS DE 1000 MW INSTALADOS (USINAS EM OPERAÇÃO) OU DE CAPACIDADE FINAL (USINAS EM CONSTRUÇÃO):

País	Em Operação	Em Construção	Total
Estados Unidos	8	10	18
Brasil	6	9	15
URSS	5	10	15
Canadá	5	9	14
Japão	2	1	3
Outros	4	16	20
Total	30	55	85

Pode-se observar que apenas quatro países do Mundo possuem uma experiência significativa na construção e na operação de centrais hidrelétricas de grande porte, em pé de igualdade: Estados Unidos, Brasil, URSS e Canadá.

A experiência mundial indica que a liderança no desenvolvimento de tecnologia da geração hidrelétrica e da transmissão a longas distâncias (que lhe é, geralmente, associada) foi assumida, desde o início do século, pelos países que realizaram um programa hidrelétrico importante e que, uma vez acumulada a experiência necessária, passaram a exportar tecnologia, serviços e equipamentos para os países que iniciavam a exploração de seu potencial, enquanto mantinham o dinamismo de renovação tecnológica através da realização de seus próprios programas nacionais.

Admitindo-se que esta tendência geral continue a ser mantida, pode-se imaginar que, no futuro próximo, estarão na liderança tecnológica no setor os países que já acumularam uma experiência anterior e que manterão ativos seus programas de construção de usinas hidrelétricas, e serão países importadores os países em desenvolvimento que dispõem de potencial hidrelétrico importante e têm condições de iniciar sua exploração.

O quadro seguinte mostra os 21 países cujo potencial hidráulico (medido pela energia média gerável) ultrapassa 100 TWh/ano — excluídos os Estados Unidos, o Canadá, o Japão, a Noruega e a Suécia, que já atingiram, ou estão próximos a atingir, a plena utilização de seus potenciais, e portanto, estabilizando sua produção hidrelétrica, todos os demais (com a única exceção da URSS) são países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento da América Latina, da Ásia e da África.

PAÍSES COM POTENCIAL HIDRELÉTRICO CONHECIDO, IGUAL OU SUPERIOR A 100 TWh/ano (geração média)

País	Potencial (TWh/ano)
1. China	1.320
2. URSS	1.095
3. Brasil (**)	740
4. E.U.A.	702 (*)
5. Zaire	660
6. Canadá	535 (*)
7. Madagascar	320
8. Colômbia	300
9. Índia	280
10. Burma	225
11. Vietnã	220
12. Argentina	191
13. Indonésia	150
14. Japão	130 (*)
15. Equador	126
16. Papua Nova Guiné	122
17. Noruega	121 (*)
18. Peru	109
19. República dos Camarões	105
20. Paquistão	105
21. Suécia	100 (*)
Total Mundial	7.435

(*) Países que já atingiram ou estão em vias de atingir a plena utilização de seu potencial hidrelétrico.

(**) Energia firme.

Se relacionarmos os países de maior produção hidrelétrica, temos o quadro a seguir:

GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO MUNDO - 1974

País	Geração (TWh)
1. E.U.A.	304 (*)
2. Canadá	210 (*)
3. URSS	132
4. Japão	82 (*)
5. Noruega	71 (*)
6. Brasil	67
7. Suécia	57 (*)
8. França	57 (*)
9. Itália	39 (*)
10. Espanha	31 (*)
11. Índia	28
12. China	26
13. Iugoslávia	21 (*)
Total Mundial	1.394

(*) Países que já atingiram ou estão em vias de atingir a plena utilização de seu potencial hidráulico.

Observe-se que, dos 13 países relacionados, nove já atingiram ou estão atingindo a plena utilização de seus recursos hidráulicos, restando apenas quatro: URSS, Brasil, Índia e China.

Se nosso raciocínio está correto, estes países deverão assumir a liderança mundial nos próximos anos, se souberem utilizar a infraestrutura já existente para

absorver a tecnologia mais moderna dos sete países da lista que já conquistaram a liderança e que, possivelmente, não terão condições de mantê-la, pela paralisação de seus programas próprios (EUA, Canadá, Japão, Noruega, Suécia, França e Itália) nem de criar condições para a renovação tecnológica, de forma a disputar o imenso mercado de exportação que se abrirá, e se expandirá rapidamente, em países como o Zaire, Madagascar, Colômbia, Equador, República dos Camarões, Peru (para citar apenas os países da África e da América Latina de maior potencial para a penetração da tecnologia brasileira).

O Brasil, no mundo ocidental, apresenta-se, praticamente, como o único país a ter grandes massas de energia hidrelétrica (em potencial) a serem transportadas a grandes distâncias (sem sangrias intermediárias), dadas as suas dimensões quase continentais e à distância entre as fontes (potencial hidráulico) e os centros de carga (consumo).

Os demais países ou estão com seu potencial quase totalmente aproveitados, baseando-se o crescimento do mercado em energia de origem térmica convencional ou nuclear, que pode ser gerada próxima à carga, ou são nações, como no caso europeu, densamente povoadas, que exigem sangrias nas linhas de transmissão a curtas distâncias. Esta peculiaridade dá ao Brasil, sem dúvida, possibilidades futuras para explorar e desenvolver tecnologias de extra-alta-tensão para correntes alternadas e, de modo especial, também de corrente contínua.

O Brasil afirma-se, assim, como um País de grandes possibilidades para desenvolvimento e exportação de tecnologia, equipamentos e de engenharia de construção para hidrelétricas, a par de seu mercado interno extremamente favorável e dinâmico. Os próximos vinte anos oferecem ao setor elétrico nacional um vasto campo para o desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétricas. A maturidade já atingida pelo setor elétrico encontra agora um novo desafio e um fértil mercado a ocupar. Mais uma vez o setor elétrico nacional saberá corresponder às esperanças e às aspirações dos brasileiros.

CONCLUSÕES

Sempre que houver condições naturais (potencial hidráulico) e econômicas, a energia hidrelétrica, por se tratar de uma fonte renovável, deve ser prioritária em qualquer política energética.

A utilização racional da energia hidrelétrica exige, além dos estudos econômicos ligados à comparação do custo de energia gerada, uma cuidadosa avaliação de suas interações com o meio físico e sócio-econômico, que permita avaliar seus custos e benefícios indiretos.

Durante os próximos 20 anos, tudo indica que a hidreletricidade deverá manter posição dominante nos programas de eletrificação do País e assumir participação crescente no balanço energético global.

O setor hidrelétrico nacional (empresas de engenharia e construção, fabricantes de equipamentos, empresas de eletricidade, etc.), demonstrou grande dina-

mismo e eficiência nos últimos 20 anos e apresenta, hoje, uma infra-estrutura técnica e administrativa extremamente sólida.

O Brasil tem condições de, nos próximos anos, assumir uma posição de liderança mundial no que diz respeito à tecnologia hidrelétrica, caso desenvolva uma política coerente com este objetivo.

Conferência pronunciada na ESG, em jun. 77.

O Brasil, no mundo ocidental, apresenta-se como o país que possui a maior reserva de energia hidrelétrica (em potencial) a serem aproveitadas. As grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia estão concentradas e a distância entre as fontes (potencial hidráulico) e os centros de carga (consumo).

Os demais países do mundo não possuem essas condições naturais, portanto, o aproveitamento da energia em energia de origem hídrica constitui um desafio. Este país possui grandes reservas de energia potencialmente aproveitáveis, porém, devido ao fato de que a maioria das grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia estão concentradas e a distância entre as fontes (potencial hidráulico) e os centros de carga (consumo) é grande, o aproveitamento da energia em energia de origem hídrica constitui um desafio. Este país possui grandes reservas de energia potencialmente aproveitáveis, porém, devido ao fato de que a maioria das grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia estão concentradas e a distância entre as fontes (potencial hidráulico) e os centros de carga (consumo) é grande, o aproveitamento da energia em energia de origem hídrica constitui um desafio.

O Brasil sempre será, como um país de grandes possibilidades para desenvolvimento e aquisição de tecnologia, equipamentos e engenharia de construção para hidrelétricas, a par de seu mercado interno extremamente limitado e limitado. Os próximos vinte anos deverão ser para o Brasil um período de grande desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétrica. A manutenção de campo para o desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétrica. A manutenção de campo para o desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétrica. A manutenção de campo para o desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétrica.

CONCLUSÕES

Gerar que houver condições naturais (potencial hidráulico) e econômico e técnico para a construção de grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia.

A utilização racional da energia hídrica exige, além das condições naturais e técnicas, a construção de grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia.

Os próximos vinte anos deverão ser para o Brasil um período de grande desenvolvimento da técnica e da indústria hidrelétrica.

O aproveitamento da energia em energia de origem hídrica constitui um desafio. Este país possui grandes reservas de energia potencialmente aproveitáveis, porém, devido ao fato de que a maioria das grandes barragens (para geração intermitente) de base de energia estão concentradas e a distância entre as fontes (potencial hidráulico) e os centros de carga (consumo) é grande, o aproveitamento da energia em energia de origem hídrica constitui um desafio.