C.D.U. 621.311(812/814)

Energia hidrelétrica do Nordeste

Rachel Caldas Lins *
Geógrafo

1. A indústria hidrelétrica

A capacidade energética instalada no Nordeste até 31 de dezembro de 1971 pode ser considerada à vista do Quadro n.º 1. As grandes centrais hidrelétricas, representam um total de 1.397.000 kw, aos quais se acrescentam um total de 156.096 wk de pequenas usinas e autoprodutores (1). Levando-se em conta que em 1960 a capacidade instalada era da ordem de 280.000kw, o crescimento até 1971 foi de mais de 450%. Segundo dados coligidos pelo BNB (Relatório 1971:90), a expansão da produção regional de energia elétrica foi da

(*) — Diretora do Departamento de Geografia do Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais.

(1) — "Embora se tivesse conhecimento, pelas estatísticas oficiais de que o percentual de participação de autoprodutores na geração total do Nordeste fosse insignificante", o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos do Nordeste está concluindo uma pesquisa visando conhecer, inclusive, o motivo da existência desses autoprodutores e a importância dessa pesquisa está em que "os mesmos quase sempre significam prejuízo para a economia nacional" (Roberto ANDRADE, 1971:85).

ordem de 12,8% ao ano entre 1960 e 1970, tendo no mesmo período a capacidade geradora passado de 1.014MW para 4.111MW. Isso representa que a participação regional na produção do país aumentou de 4,7 para 7,8%. Quanto ao consumo per capita anual aumentou quase três vezes (45kw em 1960, 120kw em 1970).

Com dados não atualizados para 1971, o Quadro n.º 2 permite considerar o aumento da potência instalada nos nove Estados ao longo dos anos de 1968, 1969 e 1970, bem como a participação que têm, em cada Estado, as geradoras hidrelétricas e termelétricas. No que respeita particularmente às usinas hidrelétricas o Quadro n.º 5 demonstra, nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia, quais as bacias hidrográficas em que existem usinas com potência superior a 4MW em operação, em construção e em projetos, além das que serão objeto de futuros estudos. Com respeito à produção líquida, de origem hidráulica e térmica, o Quadro n.º 4 demonstra o crescimento por Estado, no triênio 1968/70.

O sistema gerador de energia elétrica do Nordeste achase basicamente constituído por duas centrais hidrelétricas: a Usina de Paulo Afonso, explorada pela CHESF, e a Usina Marechal Castelo Branco (ex-Boa Esperança), explorada pela COHEBE.

Como assinala CARVALHO (1972:93-4), ao tempo em que ainda não existia a central de Paulo Afonso, os grandes açudes dispunham de unidades geradoras de energia, umas instaladas, outras não, mas a pequena demanda de eletricidade não induzia ao aproveitamento do potencial de grande porte e uma política hidrelétrica não foi levada a cabo. "Ainda se encontram em muitas localidades, algumas turbinas que não foram postas em funcionamento. As que tiveram instalação concluída estão funcionando e integradas no sistema da CHESF".

Graças a um sistema de geração misto, hidro e termelétrico, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) tem uma capacidade instalada de 1.259.000kw, dos quais 1.206.000kw, correspondem à Usina de Paulo Afonso, e atende a 1.492 localidades e a uma população de 24.484.300 habitantes, desde o sul da Bahia até o norte do Piauí, abrangendo integralmente os Estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. A Companhia Hidrelétrica da Boa Esperança (COHEBE) tem uma potência instalada de 108.000kw do potencial atualmente disponível pela CHESF em Paulo Afonso, representam cerca de 10% das disponibilidades efetivas atuais do país, ou seja 3,8 vezes a que existia em fins de 1963.

O Quadro n.º 5 possibilita comparar, durante os anos de 1970 e 1971, a produção de energia elétrica do Nordeste oriunda da CHESF, da COHEBE e doutros sistemas.

O complexo Paulo Afonso — desfecho dum aproveitamento hidráulico do São Francisco que tradicionalmente se fazia à custa de toscas rodas dágua pelos barranqueiros para a irrigação de lavouras ribeirinhas, e que teve seu precursor com Delmiro Gouveia, em 1913, que instalou uma usina hidrelétrica de 1.500 HP destinada a uma fábrica de linhas de coser, deu seu primeiro passo com uma usina piloto (1949) construída pelo Ministério da Agricultura a fim de fornecer energia ao canteiro de obras da futura barragem da CHESF. Em 1958 foi fechado o braço principal do São Francisco e já no mesmo ano acham-se estendidas as linhas de transmissão para Recife, Salvador, Aracaju, Maceió e João Pessoa.

A primeira usina (Paulo Afonso I), com duas unidades geradoras de 60.000kw cada, foi inaugurada em 1955, seguindo-se uma terceira unidade naquele mesmo ano, também com 60.000kw. Em 1961 — ano da criação da ELETROBRÁS, da qual a CHESF passou a ser uma subsidiária — entrou em funcionamento a primeira unidade da segunda casa de força (Pau-

QUADRO n.º 1

CAPACIDADE INSTALADA NO NORDESTE

Em 31 de dezembro de 1971

USINAS	Potência instalada (HW)
Paulo Afonso I	195.000
Paulo Afonso II	531.000
Paulo Afonso III	480.000
Outras da CHESF	53.000
Sistema CHESF	1.259.000
Funis (Bahia)	30.000
COHEBE (MA/PI)	108.000
TOTAL	1.397.000

Pequenas usinas e auto-produtoras nos Estados	Potência instalada (HW)
BAHIA (outras)	20.700
SERGIPE	1.741
ALAGOAS	11.275
PERNAMBUCO	32.930
PARAÍBA (outras)	10.420
RIO GRANDE DO NORTE	4.012
CEARÁ (outras)	29.752
PIAUÍ (outra)	21.896
MARANHÃO (outra)	23.370
TOTAL	156.096

Fonte: SUDENE — Departamento de Energia.

QUADRO N.º 2

NORDESTE: POTÊNCIA INSTALADA DAS USINAS GERADORAS (1968/70)

ESTADOS	Potência instalada (HW)				
	1968	1969	1970		
			Hidráulica	Térmica	Total
MA	19.015	24.092	1.100	22.270	23.370
PI	18.135	20.338	108.000	21.896	129.896
CE	39.317	50.215	5.744	40.008	45.752
RN	8.109	4.742	—	4.012	4.012
PB	14.878	13.372	4.528	9.892	14.420
PE	27.911	31.175	5.485	27.445	32.930
AL	8.322	8.785	2.148	9.127	11.275
SE	1.555	3.014	550	1.191	1.741
BA	695.354	704.791	669.008	49.632	718.640

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil — 1971 — IBGE

QUADRO N.º 3

REGIÃO ELETRO-ECONÔMICA DO NORDESTE

Usinas hidráulicas com potência superior a 4 MW em operação, construção, projeto ou estudo e com previsão para futuros estudos (Dados levantados até 31.7.1970)

Nº	Usina	Rio	Bacia	Município	Estado ou Território	Concessionária ou interessada	Em operação (MW)	Em construção (MW)	Em projeto ou estudos (MW)	Futuros estudos (MW)	Total (MW)
1	Criminosa	Itapicuru	a	Caxias	MA	CEMAR	—	—	25,0	—	25,6
2	Farinha	Farinha	a	Carolina	MA	CEMAR	—	—	12,0	—	12,0
3	Munin	Munin	a	Morros	MA	CEMAR	—	—	—	20,0	20,0
4	Boa Esperança	Parnaíba	b	Guadalupe	PI	COHEBE	108,0	108,0	—	—	216,0
5	Araras	Araras	c	Reriutaba	CE	CHESF	5,0	—	—	—	5,0
6	Banabuiú	Banabuiú	c	Quixadá	CE	CHESF	—	15,0	—	—	15,0
7	Jaburu	Jaburu	c	Ibiapina	CE	CENORTE	—	—	30,0	—	30,0
8	Orós	Jaguaribe	c	Orós	CE	CHESF	—	—	30,0	—	30,0
9	Coremas	Piancó	c	Coremas	PB	CHESF	4,4	—	—	—	4,4
10	Curimatã	Paraíba	c	Cabaceiras	PB		—	—	7,4	—	7,4
11	Ibó	São Francisco	e	Abaré	BA	CHESF	—	—	674,2	—	674,2
12	Itaparica	São Francisco	e	Itaparica	BA	CHESF	—	—	2.455,6	—	2.455,6
13	Orocó	São Francisco	e	Orocó	PE	CHESF	—	—	661,3	—	661,3
14	Xingó	São Francisco	e	Canindé do São Francisco	SE	CHESF	—	—	4.255,0	—	4.255,0
15	Bananeiras	Paraguaçu	d	Conceição da Feira	BA	CHESF	10,0	—	—	—	10,0
16	Brumado	Contas	d	Brumado	BA	CHESF	—	—	—	4,0	4,0
17	Correntina	Corrente	e	Correntina	BA	SUVALE	4,0	4,0	—	—	8,0
18	Funil	Contas	d	Ubaitaba	BA	COHIBA	30,0	—	—	—	30,0
19	Gatos	Formoso	e	Correntina	BA		—	—	12,0	—	12,0
20	Inhobim	Pardo	d	Vitória da Conquista	BA		—	—	12,0	—	12,0
21	Jaborandi	Formoso	e	Correntina	BA		—	—	40,0	—	40,0
22	Moxotó	São Francisco	e	Paulo Afonso	BA		—	600,0	—	—	600,0
23	Paulo Afonso I	São Francisco	e	Paulo Afonso	BA	CHESF	201,0	—	—	—	201,0
24	Paulo Afonso II	São Francisco	e	Paulo Afonso	BA	CHESF	552,0	—	—	—	552,0
25	Paulo Afonso III	São Francisco	e	Paulo Afonso	BA	CHESF	—	842,0(*)	—	—	824,0
26	Pedras	Contas	d	Jequié	BA		—	—	20,0	—	20,0
27	Sacos	Formoso	e	Correntina	BA		—	—	12,0	—	12,0
28	Sobradinho	São Francisco	e	Casa Nova	BA	CHESF	—	—	889,5	—	889,5

(*) Presentemente já em operação

Bacias	*Usinas*
a) B. maranhenses	5
b) B. do Parnaíba	1
c) B. do NE Oriental	6
d) B. de SE e AL	5

Fonte: *Levantamento do potencial hidráulico do Brasil*, MME, DNAEE, Divisão de Águas, 1970.

QUADRO N.º 4

NORDESTE: PRODUÇÃO LÍQUIDA DE ENERGIA ELÉTRICA (1968/70)

ESTADOS	Produção (MWh)				
	1968	1969	1970		
			Hidráulica	Térmica	Total
MA	51.817	64.666	936	26.466	27.402
PI	28.609	46.387	60.401	20.943	81.344
CE	10.786	22.280	11.160	7.240	18.400
RN	8.119	1.579	—	910	910
PB	10.516	36	2.504	73	2.577
PE	50.753	49.903	14.839	42.814	57.653
AL	19.284	19.479	5.306	17.244	22.550
SE	336	3.358	1.140	508	1.648
BA	2.933.692	3.356.616	3.808.837	52.036	3.860.873

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil — 1971 — IBGE

QUADRO N.º 5

PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO NORDESTE DURANTE OS ANOS 1970 / 1971 EM GWh

SISTEMAS	ANOS		
	1970	1971	%
COHEBE	70	118	68,6
CHESF	3.718	4.237	14,0
OUTROS	136	119	—12,5
NORDESTE	3.924	4.474	14,0

Fonte: SUDENE — Departamento de Energia

DADOS ESTADOS	C Residencial	Ligações domiciliares	Consumo "Per Capita"	Consumo Industrial / Consumo Residencial
MARANHÃO	19.256.368	30.670	23	0,418
PIAUÍ	17.083.593	22.515	28	0,385
CEARÁ	110.604.906	144.505	81	0,933
R. G. DO NORTE	36.453.305	57.520	24	0,987
PARAÍBA	69.811.009	111.385	95	1,264
PERNAMBUCO	273.097.000	283.432	231	1,907
ALAGOAS	36.480.808	64.419	94	1,153
SERGIPE	24.118.984	52.734	139	1,480
BAHIA	232.893.332	250.069	159	2,633
Região — SUDENE	819.799.305	1.017.249	124	1,772

lo Afonso II), com capacidade nominal de 65.000kw e a transmissão alcançava o interior do Ceará até Milagres. No ano seguinte a segunda unidade de PA-II, com igual capacidade nominal, entrou em operação e em 1963 as linhas de transmissão atingiram Santa Cruz, no Rio Grande do Norte. A terceiro unidade da segunda usina foi acionada em 1964, a cidade de Fortaleza recebeu a energia da CHESF em 1965 e dois anos depois mais três unidades, cada qual com 80.000kw, reforçaram a usina PA-II. Em 1967 iniciaram-se as obras da terceira usina (PA-III), com quatro unidades, destinada a gerar 960.000 kw. Duas dessas unidades, que acrescentaram 480.000 kw ao complexo, foram inauguradas em fevereiro do corrente ano. Esses geradores, fabricados pela Siemens do Brasil, são os maiores já produzidos e instalados no hemisfério Sul.

O conjunto Paulo Afonso I, II e III atingirá a potência de 1.530 MW, limitada, porém, a 1.180mw em condições hidrológicas críticas. Os principais fatores limitantes de sua capacidade são a perda dágua devida à elevação do nível no canal de fuga nas enchentes e à perda de capacidade desponta consequente da insuficiência de volume na bacia de adução, durante as vazantes.

Para corrigir essas limitações e, mais ainda, para aumentar a capacidade do sistema mediante a construção de outras usinas, acham-se em execução os projetos Moxotó e Sobradinho.

A barragem Moxotó, 4km a montante da cachoeira de Paulo Afonso, permitirá adicionar 440.000kw ao sistema e, ao mesmo tempo, aumentar a disponibilidade de potência em Paulo Afonso mediante a utilização do novo reservatório com uma acumulação útil de 520 milhões de metros cúbicos, que atenuará os efeitos da vazante na estação seca e exercerá certo controle sobre o nível do canal de fuga. Para isso a barragem medirá 3.325 m de extensão, terá uma altura de 30 m e será provida dum vertedor com o comprimento de 284 m e

equipado com 20 comportas de 10 x 8 m e uma capacidade de descarga de 28.000 m^3/s. A casa de força, ao pé da barragem, terá quatro grupos de geradores com turbinas de 152.000 HP sob a queda máxima de 24,5m e um alternador de 120.000 KVA. Já em 1974 será iniciado o represamento e a entrada em operação das quatro unidades está prevista para 1975/76. A repercussão disso no complexo Paulo Afonso exprime-se pela possibilidade de elevar o potencial por baixo custo, dependendo da substancial regularização adicional a ser provida pelo reservatório de Moxotó. Com isso a usina PA-IV tem as operações iniciais de duas primeiras unidades previstas para 1976, devendo as outras duas entrar em funcionamento até o fim da década de 70. Estima-se que, com essa quarta casa de força, estará assegurado o suprimento de energia elétrica do Nordeste até a segunda metade dos anos 80, considerado o crescimento das necessidades de consumo para os anos vindouros.

Com a barragem de Sobradinho (Casa Nova, Ba. 12 km a montante de Petrolina) a vazão do São Francisco será finalmente mantida a um nível capaz de permitir que a PA-IV, que será a maior de todas as casas de força do sistema, acrescente a este último uma potência de 1.860.000kw, o que está previsto para 1977/78. A construção da barragem já foi iniciada e o represamento começará a funcionar em fins de 1976. A barragem terá 9.200m de comprimento e uma altura de 38m sobre fundações. Na base, uma usina hidrelétrica foi planejada com potência aproximadamente de 1.000 MW (1.060MW com o reservatório cheio; 620.000MW com o reservatório a nível mínimo). Os efeitos de regularização fluvial dessa barragem estimam-se como sendo capazes de, desde Sobradinho até Paulo Afonso, elevar a expansão de instalações geradoras, até 8.000MW. Segundo outros cálculos, com Sobradinho, Moxotó, Paulo Afonso IV e outras usinas previstas para Orocó, Itaparica, Xingó, Pão de Açúcar e Piranhas, as três últimas a jusante de Paulo Afonso, os potenciais desses aproveitamen-

tos poderão atingir, em conjunto, considerado o fator de capacidade de 50%, a 13.000MW. Além de melhores condições de aproveitamento e segurança de geração das grandes usinas de Paulo Afonso, outros efeitos imediatos da barragem de Sobradinho computam-se em termos de irrigação e de navegabilidade, à custa de eclusas.

A usina de Xingó, no canyon imediatamente abaixo da cachoeira de Paulo Afonso, prevalecendo-se da vazão regularizada graças à Sobradinho, poderá valer-se duma altura de queda de 100m onde virão a ser instalados 4.000MW em dez unidades com cerca de 400MW de potência unitária, pelo menos. Em todos esses projetos é crescente a utilização de equipamento eletromecânico nacional; atualmente, de 50 a 80% provém de produção do país.

A instalação da Usina Castelo Branco (COHEBE) representou um investimento de cerca de 400 milhões de cruzeiros. A barragem que no rio Parnaíba permite acionar as turbinas tem 53m de altura máxima e 5 km de extensão. O sistema de transmissão é radial (vd. Cartograma n.º 2); da subestação elevadora da Boa Esperança parte uma linha tronco de 230kV em direção a Terezina, bifurcando-se em dois ramos, um para Peritoró e São Luís (MA), outro para Piripiri (PI). Quando entrar em funcionamento com força total representará para o Nordeste ocidental a principal fonte de energia elétrica, da mesma maneira que o sistema de Paulo Afonso o é para o Nordeste oriental. Estuda-se presentemente a ampliação da potência instalada da Boa Esperança mediante a adição de 54MW até 1974, o que representará um investimento da ordem de 20 milhões de cruzeiros.

2. *A transmissão da energia*

O mais importante sistema de transmissão regional é o radical da CHESF, talvez o mais extenso do mundo. São 10.461km de linhas (em 1963 eram 4.624km, duplicados por-

tanto, em 8 anos) servindo, como já foi dito, atingindo os 7 (sete) Estados do Nordeste Oriental e atingindo mesmo Parnaíba, no Piauí (vd. Cartograma n.º 2). As 1.492 localidades, também já mencionadas, servidas pelo sistema eram apenas 342 em 1963, o que representa um aumento, no período, de 336%.

Depois da construção das centrais, as linhas de transporte e distribuição são a segunda grande despesa d'um equipamento elétrico. Apesar dos avanços tecnológicos — inclusive os que dizem respeito, por exemplo, à ampliação das distâncias a que se pode transferir a energia — o custo da transmissão da energia elétrica continua elevado, não só no que se refere à exploração de recursos hidráulicos como também ao preço da eletricidade posta nos mercados.

Tanto em sistemas de transmissão de energia elétrica como nos de oleodutos, a estrutura total dos custos é dominada pelos custos de capital, de sorte que num e noutro casos as poupanças suscetíveis de obter da transmissão a granel são consideráveis, mas o custo de movimentar a energia nas fases finais de distribuição é particularmente alto, repercutindo nas tarefas cobradas do consumidor, e isso repercute particularmente no domínio da eletrificação rural.

São ainda de MANNERS (1967:82-3) os reparos de que a elevada proporção dos custos de capital implica, como no caso dos *pipelines*, em que o custo unitário da transferência da energia não declina com o aumento da distância, porque além de certa extensão as perdas e deficiências começam a sobrecarregar o custo unitário de transporte e, além disso, faz-se igualmente necessário manter elevado fator carga (2) sob pena de que a transmissão se torne antieconômica. Já

(2) — Fator carga é a razão, expressa percentualmente, entre a demanda da energia durante um dado período e b) a demanda se as exigências máximas em qualquer época dada tivessem sido mantidas no decurso do mesmo período (MANNERS, 1967:68).

foi estimado, por exemplo, que o custo de transmissão a 320 km é 4/5 maior com um fator carga de 50% do que com um de 90%.

Está nesse caso de baixa rentabilidade o ramal que põe o sistema da CHESF ao alcance de Parnaíba, cujas desvantagens poderão vir a ser subsidiariamente compensadas mediante a interconexão CHESF-COHEBE de que trataremos a seguir.

MAGALHÃES (1961:227) considera três modos de centralização de sistemas geradores de energia, a saber: a) interconexão simples, à custa do estabelecimento de conexões elétricas entre dois ou mais sistemas geradores de empresas autônomas, para obter suprimento mais econômico de energia; b) coordenação, que se distingue da primeira hipótese por harmonizar as operações dos sistemas geradores entre si; c) integração, isto é, estabelecimento das operações de geração, transmissão e distribuição em propriedade comum, o que, quando por parte do Estado, importa em estatização de empresas.

Com vistas à modernização administrativa da COHEBE e da CHESF e objetivando ao mesmo tempo uma queda nos custos operacionais, o Ministério das Minas e Energia já anunciou a incorporação da primeira à segunda, com o que a área de operação da CHESF se estenderá do sul da Bahia às fronteiras da Amazônia. Em outras palavras, a incorporação refletirá a política da unificação do setor elétrico atualmente desenvolvida pelo Governo da União, com vistas ao fortalecimento econômico-financeiro das empresas, à obtenção de melhores índices de produtividade e à melhoria dos serviços.

Por outro lado, e para atender mais racionalmente ao incremento do consumo regional, outro dos pontos básicos da política do MME é a de transferir para as empresas concessionárias de distribuição estaduais as linhas de transmissão de interesse local atualmente mantidas pela CHESF. A

orientação governamental é no sentido de entregar às 9 empresas estaduais da Região a distribuição da energia em grande parte gerada pelo complexo Paulo Afonso, aparelhando ao mesmo tempo as concessionárias responsáveis de modo a induzí-las a especializações de atividades.

O mais recente *Relatório* do BNB informa que em 1970 eram 778 as sedes municipais atendidas por 16 empresas distribuidoras que comercializavam cerca de 95% de toda a energia elétrica gerada por Paulo Afonso e Boa Esperança. Dos 596 Municípios restantes, 50 eram atendidos através das respectivas Prefeituras, 56 pela CERNE (Companhia de Eletrificação Rural do Nordeste) nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Bahia e 21 por empresas particulares Desse modo, 469 Municípios não dispunham de serviço regular de energia elétrica no final de 1970, principalmente no Maranhão, no Piauí, no Rio Grande do Norte e na Bahia, representando aproximadamente 10% do contingente urbano regional. O Ceará, porém, figurava já então com o maior número de cidades eletrificadas, pois no decurso de 8 anos a CENORTE construíra 2.317km de linhas de transmissão.

O Comitê Coordenador de Estudos Energéticos do Nordeste (Decr. n.º 65.237, de setembro de 1969), que é um dos comitês regionais criados pelo Ministério das Minas e Energia, estará concluindo a esta altura seus trabalhos no sentido de analisar as fontes de suprimento de energia elétrica de origem hidráulica e térmica existentes ou em potencial e o seu aproveitamento ótimo em função das necessidades do mercado até 1985. Segundo revela R. ANDRADE (1971:87), esse estudo de mercado envolve, entre outras, uma pesquisa sobre hábitos de vida das populações urbanas, com a finalidade de "subsidiar o estudo global da energia elétrica da região, através de elementos que permitam caracterizar a situação atual e mostrar os seus possíveis reflexos no consumo doméstico, da energia em geral e elétrica em particular, decorrentes de hábitos próprios".

Quer entre usinas térmicas e hidrelétricas, quer entre usinas hidrelétricas os consórcios previstos importam necessariamente interconexões entre sistemas geradores para a harmonização de operações com vistas à distribuição da energia. A distribuição assegura-se, desse modo, de normalidade corretiva não apenas de variações sazonais de alimentação das hidrelétricas como também das variações cíclicas da demanda.

A conexão com as termelétricas — independentes, que são, de fatores climáticos — tem especial importância nos países temperados e peri-glaciais, onde as hidrelétricas jazem condicionadas ao degelo das águas fluviais e onde o consumo varia entre as estações extremas. Nesses países, com efeito, o consumo urbano é maior no inverno, ao passo que nos países tropicais as variações diurnas são principalmente sensíveis no setor industrial. A energia termelétrica no Japão tem como papel preponderante a complementação da hidrelétrica durante o inverno, que é o mesmo tempo o período de maior penúria hidráulica e de auge de consumo geral. Um exemplo de hidrelétricas interligadas para recíproca compensação sazonal ocorre na Itália (Alpes-Apeninos) onde se pode, desse modo, conseguir plenamente a regularização da descarga. No que se refere à suplementação ou substituição por usinas termelétricas em certas épocas do ano, o caso mais expressivo será, talvez, o da rede nacional da URSS, que em escala continental interliga cinco sistemas de transmissão regional através de sete fusos horários, desde Leningrado até Vladivostock.

No caso do Nordeste o que se visa, propriamente, não são efeitos de variações sazonais de geração ou de consumo, mas sobretudo reunir as empresas distribuidoras, dentro de cada Estado, em organismos com capacidade adequada para atender ao nível atual da demanda, de modo a corrigir aquilo que já foi qualificado como "descompasso consequente de cada empresa agindo como uma unidade isolada, sem se ater à sua condição celular em relação ao organismo regional" (SANTOS, 1970, II:18).

Na sequência do apelo do Ministro Dias Leite, os Governos estaduais nordestinos já iniciaram o trabalho no sentido de consorciar as pequenas concessionárias municipais ou particulares numa única empresa em cada Estado. A ELETROBRÁS ela mesma já transferiu para a COSERN, para a CEAL e para a CELPE suas organizações que operavam no Rio Grande do Norte, em Alagoas e em Pernambuco. Nos Estados do Ceará e da Bahia as empresas concessionárias estão sendo igualmente unificadas.

3. *Evolução do consumo: eletrificação rural*

Em junho do corrente ano, quando de conferência proferida para os estagiários da Escola Superior de Guerra, o Superintendente da SUDENE depois de salientar que, no Nordeste, "a geração de energia elétrica (...) apresentou, entre 1960 e 1971, um incremento de 454%, tendo passado de 280 MW para 1.551MW", acrescentou que "quase o mesmo percentual corresponde ao aumento do consumo, hoje na casa dos 4.000 milhões de kWh, muito diferente dos 790 milhões que representavam o consumo regional no ano em que a SUDENE foi criada" (LIMA, 1972:29).

Em relação ao consumo de energia elétrica global do país, que teve um crescimento de 11,9% no final de 1971, o diretor econômico e financeiro da ELETROBRÁS, Manoel Pinto de AGUIAR, anunciou não faz muito em Aracaju que, situado simultaneamente a nível de 22,1%, o crescimento do consumo no Nordeste manifestou um índice excepcional. Em termos de crescimento médio anual cumulativo os anos de 1961-1971 acusaram no país 7,4% contra os 15,5% registados no Nordeste. As extrapolações, até 1990, dessa taxa de incremento anual de 15,5% indicam que a demanda do Nordeste poderá atingir 3.600MW em 1980, 6.500MW em 1985 e 12.000MW em 1990. Desse modo é provável que por volta de 1990 o consumo regional alcance um valor com-

parável ao consumo total do Brasil em 1970 (cerca de 38 milhões de KW/ano), com o que a taxa nordestina de consumo *per capita* se elevará dos atuais 140 kW/hab/ano para uma média de 750 a 800kW/hab/ano em 1990, isto é, ao índice atual da Região Sudeste, que equivale ao dobro do índice médio nacional.

Conforme os cálculos do BNB (*Relatório* cit.) a demanda global no Nordeste Oriental (MA e PI) servido pela Boa Esperança deverá crescer de 1970 a 1980 a uma taxa média anual de 19,7%. Em 1970/74 a produção de energia elétrica terá de se expandir a uma taxa média anual de 38,5%, não só para atender à demanda sub-regional como também para suprir parte do Nordeste Oriental a partir de 1972. A ampliação do potencial gerador de Boa Esperança dará um aumento de produção de 73.632 MWH em 1970 para 418.700 em 1974.

Quanto ao Nordeste Oriental (do CE à BA), a demanda deverá crescer, de 1970 a 1980, a uma taxa média de 16,4% ao ano, e sua participação na demanda global estimada para a Região permanecerá em termo de 97% durante toda à década. Em 1970/75 a taxa do crescimento deverá ser de 23,3% e em 1975/80 de 16,0%. Nesse crescimento o consumo industrial terá uma participação cada vez maior, devendo passar de 43,2% em 1970 para 55% em 1980. Entre 1970 e 1971, aliás, o consumo industrial no Nordeste teve um crescimento da ordem de 22%, o maior em todo o Brasil, onde o crescimento médio nacional esteve em torno de 14%. Estima-se que, mesmo entrando em operação em 1975, a barragem do Moxotó não solucionará por muito tempo o problema de abastecimento de ponta da CHESF, pelo que os outros projetos já referidos noutra parte deste estudo continuarão a ter prioridade e urgência. O consumo residencial, porém, reduzir-se-á no mercado de 27,1% para 18,8% no período 1970/80.

No Quadro n.º 6 podem ser comparados alguns dados importantes, tais como as taxas de consumo residencial, indus-

trial e outros em cada um dos 9 Estados da região eletroeconômica Nordeste nos anos de 1970 e 1971. Pernambuco, Bahia e Ceará acusam os maiores valores de consumo residencial, industrial e total, sendo que quanto a este último o maior incremento global ocorre na Bahia. Em termos de consumo *per capita* colocam-se em primeiro plano Pernambuco, Bahia, Sergipe e Paraíba, sendo que o aumento mais expressivo, de 1970 para 1971, aconteceu em Sergipe. Os índices da relação consumo industrial/consumo residencial mostram-se maiores em Pernambuco, Bahia, Paraíba e Sergipe em 1970 e na Bahia, Pernambuco, Sergipe e Paraíba em 1971. Em valores a nível regional, o consumo *per capita* passou de 107kW/hab/ano em 1970 para 124 em 1971 e a relação consumo industrial/consumo residencial aumentou de 1,350 para 1,772. A título de dados complementares o Quadro n.º 7 contém as taxas de incremento do *consumo per capita* estimadas para 1972/74 por Estado e o Quadro n.º 8 regista o crescimento populacional nos mesmos Estados entre 1970 e 1971.

Como quer que seja, o consumo *per capita* no Nordeste equivale somente a cerca de 1/4 do que se verifica na região Sudeste e, embora 90% da população nordestina viva em áreas servidas por energia elétrica, a margem de expansão dos serviços continua potencialmente grande, pois apenas 50% dessa população são consumidores.

Isso resulta em grande parte do contingente de população rural ainda não integrado na faixa do consumo. No Estado de Alagoas, por exemplo, que foi o primeiro do Nordeste a fazer chegar as linhas de transmissão da energia da CHESF a todos os Municípios, ainda falta por essa energia efetivamente ao alcance do setor rural.

A energia elétrica, que pode ser dispersada ao infinito, é a energia doméstica e rural por excelência. Na Europa pobre de petróleo a eletricidade rural aparece como principal fator de modernização das atividades ligadas ao setor pri-

QUADRO N.º 7

NORDESTE: CONSUMO DE ENERGIA "PER CAPITA"

(Projeção 1972/1974)

Estados	Taxas de incremento	
	1972/73	1973/74
Piauí	11,1	7,5
Maranhão	11,1	7,5
Ceará	12,2	10,9
Rio Grande do Norte	14,5	14,9
Paraíba	12,4	10,3
Pernambuco	8,5	5,7
Alagoas	54,1	37,2
Sergipe	1,1	0,0
Bahia	23,3	8,4

Fonte: Plano de Desenvolvimento Regional, SUDENE, 1972/74

QUADRO N.º 8

TAXAS DE CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO NORDESTINA POR ESTADO NO PERÍODO 1970/1971

(Comportamento estimado com base nos censos de 1960 e 1970)

Estados	*1970*	*1971*	*%*
	1.000 habs.		
Maranhão	2.883	2.941	2,0
Piauí	1.735	1.792	3,2
Ceará	4.440	4.573	3,0
Rio Grande do Norte	1.603	1.658	3,4
Paraíba	2.387	2.429	1,9
Pernambuco	5.208	5.333	2,4
Alagoas	1.606	1.645	2,4
Sergipe	900	916	1,8
Bahia	7.421	7.598	2,4
NORDESTE	28.181	28.886	2,5
BRASIL	92.236	94.726	2,7

mário. O mercado, porém, da eletrificação rural é um tipo de mercado com características muito especiais, que limitam ou retardam, consideravelmente seu pleno atendimento.

Em primeiro lugar acontece que a dispersão do habitat rural e a demanda relativamente baixa dão como consequência que, em comparação com o setor urbano e industrial, o consumo remunera muito deficientemente os investimentos elevados da transmissão, o que é minorado apenas, mas não de todo compensado, nas zonas rurais atravessadas por linhas de transmissão lançadas no sentido dos centros urbanos; mesmo aí, a alta tensão da corrente transferida por essas linhas exige a montagem de estruturas de distribuição especiais, cujo custo, ainda e sempre particularmente elevado, repercute no custo médio para o consumidor.

O pequeno consumidor paga, por isso, maior percentagem de custos de distribuição do que o grande, o que é verdade não só para os sistemas de eletrificação rural como também para o de ligações residenciais urbanas; mas acontece que a já apontada dispersão de habitat rural agrava especialmente as tarifas nesse caso. Esse o motivo pelo qual a eletrificação rural é invariavelmente subvencionada, mesmo nos países de máximo desenvolvimento tecnológico, visto como os mercados rurais são sempre demasiadamente pequenos e dispersos para poderem ser economicamente atendidos. Assim na Holanda, segundo MANNERS (1967:122), a eletrificação rural é subvencionada em 2,2%, na Suécia em 40% e na Tchecoslováquia em 100%. Nos Estados Unidos é subsidiada por meio de empréstimos federais a baixas taxas de juros. A Companhia de Eletricidade de Pernambuco (CELPE) aprovou para o corrente exercício um programa de eletrificação rural de 1.800 propriedades rurais com recursos oriundos do imposto único sobre energia elétrica, dividendos do Governo estadual e saldos de convênios.

É, com efeito, "importante distinguir o conceito de lucro empresarial do de benefício ou lucros sociais, dadas as

modificações que uma empresa de produção de energia promove na área por ela servida. Aqui não pode prevalecer o primeiro conceito, que se liga à simples idéia de remuneração líquida de investimento produzido, diferente do de benefício, apreciado em termos de formação de capital básico, isto é, da criação de facilidades de infra-estrutura, imprescindíveis ao desenvolvimento" (SANTOS, 1970, I:28). Em outras palavras, permite-se ao agricultor colocar no mercado produtos mais valorizados, auferindo uma parcela de lucros que, doutro modo, passaria aos intermediários. Além disso e além da utilização de máquinas de beneficiamento em geral muito simples, a eletricidade rural permite facilidades de irrigação e de abastecimento d'água para o gado e, criando novos elementos de conforto doméstico, contribui para fixar o homem ao campo.

Tudo sem falar da importância de que se reveste o fornecimento da energia elétrica às áreas rurais periféricas dos aglomerados urbanos, ou sejam as áreas "rurbanas", como as denominou Gilberto FREYRE. Embora o custo da energia permaneça relativamente alto, o mercado rurbano adicionado ao urbano permite maiores economias na escala da produção. Como o salienta MANNERS, é lucrativo estender esse fornecimento aos mercados rurais mesmo de baixa densidade quando dispostos em torno de pequenas e grandes cidades (op. cit.:123).

Ainda em termos de peculiaridade do mercado rural, frequentemente acontece que, mesmo havendo uma grande central hidrelétrica cujas linhas de transmissão possam alcançar esse mercado, impõe-se a conveniência de construir ou manter menores unidades mais próximas, quando nada porque as distâncias entre os núcleos e as propriedades rurais e as linhas de transmissão de alta tensão que regionalmente se dirigem para os centros urbanos tornam antieconômica a redistribuição. Daí o reparo de SANTOS (1970, II:16) segundo o qual "o que normalmente ocorre é que a eletricidade

rural vem como segunda etapa do plano geral de fornecimento de energia elétrica para qualquer região". No Nordeste, é o caso da CERNE (Companhia de Eletrificação Rural do Nordeste), que coordena uma constelação de cooperativas de eletrificação rural em todos os Estados da área da SUDENE, exceto o Piauí (vd. Quadro n.º 9), tendo feito opção frequentemente por pequenas usinas termelétricas em face da dificuldade de aproveitar a energia hidráulica no "polígono das secas".

Para concluir estas considerações sobre a eletrificação rural no Nordeste valerá a pena enumerar alguns projetos que estão em cogitação, presentemente, por parte do Departamento de Energia da SUDENE.

4. *Outras possíveis fontes de energia*

É sob a forma de energia elétrica que são introduzidos no consumo industrial os novos suprimentos de energia mobilizados pela tecnologia moderna. E há quem sustente que o consumo de combustíveis minerais para a produção de energia elétrica tende a ser substituído pelos novos processos de mobilização baseados na utilização das forças naturais atuantes ou em potencial, tais como a potência cinética das águas (águas correntes, marés) e dos ventos, a energia nuclear e a energia solar e cósmica.

Por outro lado previa-se muito recentemente que "o desenvolvimento regional do Nordeste não pode ir adiante se a eletricidade depende somente da potência hidráulica gerada em Paulo Afonso" (ICHIKAWA, 1972:48). Nas páginas que antecedem este capítulo final deixamos registrado não só que o potencial hidráulico nordestino existe, modestamente embora, além de Paulo Afonso e de Boa Esperança, como também que esse sistema da CHESF será em breve objeto de consideráveis ampliações e que, sobretudo para efeitos de eletrificação rural, numerosas pequenas termelétricas integram-

QUADRO N.º 9

ELETRIFICAÇÃO RURAL DO NORDESTE — 1971

ESTADO/ Cooperativa de Eletrificação Rural	N.º Sócios	N.º de propriedades ligadas	Consumo médio mensal por propriedade(KWh)
MARANHÃO	37	—	—
CER de Carolina Ltda (1)	37	—	—
CEARÁ	526	224	298
CER do Cariri	286	75	420
CER do Maciço do Baturité Ltda.	86	47	167
CER do Vale do Acarape Ltda.	154	102	270
RIO GRANDE DO NORTE	243	123	373
CER do Vale da Açu Ltda.	114	92	403
CER do Vale do Apodi Ltda.	47	28	317
CER de Parnamirim Ltda.	82	3	...
PARAÍBA	841	245	274
CER do Vale do Peixe Ltda.	199	30	250
CER do Médio Paraíba Ltda.	32	21	100
Coop. de Eletrificação e Industrialização Rural do Vale de Gramame Ltda.	136	17	100
CER do Médio Piranhas Ltda.	120	71	350

(Continua)

QUADRO N.º 9 (Continuação)

ESTADO/ Cooperativa de Eletrificação Rural	N.º Sócios	N.º de propriedades ligadas	Consumo médio mensal por propriedade(KWh)
CER de Alagoinhas Ltda(2)	198	66	300
CER do Baixo Paraíba Ltda (2)	156	40	280
PERNAMBUCO	3.999	1.790	282
CER de Petrolina Ltda.	135	117	912
CER do Agreste Pernambucano Ltda.	882	311	85
CER de Igarassu Ltda.	535	209	329
CER de Triunfo Ltda.	374	287	55
CER do Vale do Capibaribe Ltda.	120	34	200
CER do Médio São Francisco Ltda.	389	285	693
CER do Vale do Ipanema Ltda.	391	87	96
CER do Vale do Siriji Ltda.	423	129	107
CER do Sudoeste de Pernambuco Ltda.	681	331	133
CER do Vale do Rio Una Ltda. (1)	40	—	—
CER do Alto Ipojuca Ltda. (1)	29	—	—
ALAGOAS	406	243	225
CER do Vale do Coruripe Ltda.	52	45	300

(Continua)

QUADRO N.º 9 (Continuação)

ESTADO/ Cooperativa de Eletrificação Rural	N.º Sócios	N.º de propriedades ligadas	Consumo médio mensal por propriedade(KWh)
CER de Palmeira dos Índios Ltda.	129	62	200
CER da Bacia Leiteira Ltda.	83	83	200
CER Norte de Alagoas Ltda.	142	53	230
SERGIPE	27	27	150
CER do Centro Oeste de Sergipe Ltda.	27	27	150
BAHIA	149	147	221
CER de Itapetininga Ltda.	25	25	280
CER de São Gonçalo dos Campos Ltda.	27	27	120
CER de Sapeaçu Ltda.	27	27	120
CER de Alagoinhas Ltda.	43	43	280
CER de Juazeiro Ltda.	27	25	280
MINAS GERAIS	98	86	151
CER de Montes Claros Ltda.	98	86	151
TOTAL	6.326	2.885	273

OBS.: (1) Em fase de implantação
(2) Dados sujeitos à ratificação.

Fonte: SUDENE — Departamento de Energia.

se na produção regional de energia. É, contudo, adequado lançar os olhos para um futuro não muito distante em que toda a capacidade geradora esteja convencionalmente utilizada e, nada obstante, o desenvolvimento comece reclamar novas formas de suprimento energético.

Na previsão dessa contingência, aliás, os dois maiores industriais do Nordeste, Recife e Salvador, estão sendo objeto de preocupação. Há poucos meses atrás o Ministro Delfim Neto assinou em Washington, com o Banco de Exportação e Importação (EXIMBANK), vários contratos de créditos destinados ao programa de produção de eletricidade no Brasil e alguns desses empréstimos têm em vista a instalação de duas turbinas movimentadas a gás, com capacidade cada uma de 125.000 KW, para garantir o fornecimento contínuo e seguro de energia a Salvador e ao Recife nas horas de maior consumo. A usina termelétrica a ser montada no Recife, como a que se planeja montar em Salvador, funcionará mediante a combustão do querosene a ser fornecido pela PETROBRÁS.

O carvão está fora de cogitações. Sua área de ocorrência no país limita-se aos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, além de alguns depósitos insignificantes no Estado de São Paulo. Indícios no Piauí, nas Formações Poti e Longá da Bacia do Meio Norte, nunca puderam ser, até agora, dimensionados. Enquanto isso a grande área produtora de petróleo é o Recôncavo baiano, animadoramente acrescentada agora por novos poços abertos em Sergipe. Refinarias no Nordeste, porém, existe apenas uma, a de Mataripe (BA), e a tendência mundial manifesta nos últimos anos de localizar refinarias à distância dos campos petrolíferos tal como acontece com as da PETROBRÁS na região Sudeste, ainda não concretizou em relação à área nordestina. Se o mercado regional passasse a reclamar maior volume de combustíveis líquidos, haveria que considerar o fato de que, tanto para navios petroleiros como para oleodu-

tos, é tecnicamente mais fácil transportar petróleo bruto (para refinarias) do que certos produtos petrolíferos mais pesados. Os grandes petroleiros, com efeito, não são vantajosamente utilizados para o transporte de refinados e o custo de movimentar produtos petrolíferos como um todo é essencialmente maior do que o de movimentar petróleo bruto (MANNERS, 1967:192). O petróleo do oeste do Texas, nos EE.UU., destinado a Chicago não é refinado no Texas, mas em Chicago.

No que respeita ao potencial hidráulico, a limitação maior das indústrias hidrelétricas está em que não podem armazenar a eletricidade como tal para solucionar seus problemas de carga, mas podem utilizar parte da capacidade geradora para bombear a água dum reservatório inferior para um superior, mantendo-a disponível para utilização nos períodos de máxíma demanda. Quer elevando até o reservatório parte do caudal dum curso próximo, quer devolvendo-lhe as águas já utilizadas para mover as turbinas (barragens reversíveis), esse armazenamento adicional é obtido graças à utilização da capacidade ociosa durante as horas em que o consumo diário decai e tem a função de melhorar o fornecimento ao mercado consumidor nas horas críticas. Calcula-se geralmente o custo de 3kw/h como necessário para gerar novos 2kw/h; apesar disso, porém, trata-se duma técnica que melhore a eficiência do sistema em comparação com as operações correspondentes de geradores térmicos, sujeitos, para atender a tais variações da demanda, a paralisações e reinício ineficiente de funcionamento.

Dependendo, além disso, da economicidade do aproveitamento, a água dos maiores açudes nordestinos, como os do Ceará e da Paraíba, pode igualmente ser usada para a geração elétrica. Noutra parte deste estudo já deixamos assinalado como, antes da CHESF, as obras de açudagem previam esse aproveitamento hidráulico, e continua a não ser desprezí-

vel isso de que uma política de múltipla destinação das barragens supõe uma visão integral dos resultados totais que se podem obter de sua construção.

Pesquisas de materiais físseis, no Nordeste, continuam entre outras com o projeto Radan e há mesmo ocorrências ainda não dimensionadas de urânio em Jacobina (BA). A energia nuclear, porém, está isenta de qualquer servidão em relação aos locais de onde se extraem materiais físseis. Em outras palavras, a recente descoberta em Minas Gerais da grande jazida de urânio de Brumadinho-Capanema-Rio. Acima permitiria a instalação de usinas termonucleares em função de mercados, e não da fonte primária de energia. Uma tonelada de urânio produz eletricidade equivalente a cerca de 10.000t de carvão de pedra e, por terra, o custo de transportar energia sob a forma de urânio é cem vezes menor, aproximadamente, do que o de transportar uma quantidade de energia equivalente sob a forma de carvão, além de ser menor ainda do que com o transporte marítimo. Desse modo, e como a energia com menor custo de transporte será sempre procurada, os gastos com o transporte de materiais físseis podem ser desprezados nas decisões relativas à localização da usina nuclear (MANNERS, 1967:37).

Para terminar é o caso de voltarmos a considerar menos sumariamente as fontes naturais inexauríveis tais como às mencionamos páginas atrás: a energia das marés, a energia dos ventos e a energia solar.

A primeira das três é a menos suscetível, no Brasil, de ser utilizada economicamente — ou mesmo de ser tecnicamente utilizada para geração de energia elétrica. No nosso litoral não se registram amplitudes sequer aproximadas das marés da baía de Fundy (EE.UU.-Canadá), com 13m de desnível; ou do estuário do Severn (Grã-Bretanha), também com 13m; ou da baía do Mont Saint Michel (França), com 12m. Além disso, trata-se duma fonte de energia muito irregular,

em virtude de serem relativamente poucas as horas do refluxo, quando se faz cair sobre as turbinas das usinas maré-motrizes a água armazenada durante o preamar. Mais ainda: em função dos períodos de marés de águas-vivas e águas mortas, varia dia após dia a curva da amplitude.

Quanto à energia eólica, grande parte da costa nordestina dispõe-se na "zona dos alísios", isto é, dos ventos mais constantes e mais regulares do planeta. Nesta costa alternam-se durante o ano os alísios austrais e os boreais e sua utilização empírica é muitas vezes feita para mover cataventos que bombeiam para a superfície água armazenada em aluviões, como acontece no Rio Grande do Norte e no Ceará, "configurando no sertão circundante manchas de lavouras a que já se deu o nome de "brejos de cataventos" (G. O. ANDRADE, 1968:14). Como força motriz geradora de energia estima-se que a velocidade ideal do vento seja de 36km/h, ou 10m/s, e na costa nordestina dos alísios esse valor é quase sempre atingido. As experiências, contudo, com a energia eólica são geralmente feitas mediante conexões, inclusive com usinas termelétricas, como é o caso de certos *kholkhoses* na União Soviética.

A energia solar vem se tornando um tema cada vez mais apaixonante. Nas repúblicas da Ásia Central problemas de abastecimento d'água potável estão sendo resolvidos mediante a dessalinização da água dos mares interiores com a ajuda da energia solar. Na Índia utilizam-se cozinhas solares domésticas, que obtém o calor concentrando a radiação solar por meio de espelhos. Na produção de vapor para fins industriais, na destilação d'água e na fabricação de gelo é igualmente empregada a energia solar em certas repúblicas da URSS. Num nível tecnológico mais alto, inclusive eletrônico, estão sendo experimentadas células solares para rádios, relógios, aparelhos auditivos, equipamentos de comunicação, brinquedos, etc. Conversores eletro-solares experimentais e baterias solares de fogões portáteis e aquecedores d'água es-

tão tendo o seu uso cada vez mais multiplicado. Na Flórida (EE.UU.) estima-se haver de 20 a 30 mil aquecedores d'água desse gênero em uso e no Japão sobem a mais de um milhão. Sob a égide da UNESCO operam em vários países baterias de acumuladores solares para transformar diretamente a radiação actínica em energia elétrica sem transformação térmica. Nos Pirineus franceses já se conseguiu, inclusive, a fusão de metais à custa da energia solar desse modo transformada.

Segundo diversos futurólogos, o aproveitamento da energia solar poderia dar um grande salto com a ajuda do germânio e do silicone, capazes de transformá-la em energia elétrica.

É o caso da sofisticada tecnologia dos satélites artificiais e espaçonaves que usam baterias formadas, por centenas de células de silicone. A corrente elétrica, porém, produzida pelas baterias dos satélites não pode ser produzida ainda em larga escala em virtude do alto custo de alguns dos seus componentes, de sorte que continua sendo uma meta ambiciosa e remota essa de produzir economicamente, à custa de energia solar, corrente elétrica para fornalhas, por exemplo. Apesar disso, o noticiário recente dos jornais anuncia que cientistas e arquitetos italianos conduzem presentemente experiências nas regiões de Gênova e Marselha, com vistas ao aproveitamento tecnológico da luminosidade do Mediterrâneo para a construção duma cidade de 100.000 habitantes onde o sol será a única fonte de energia.

Define-se no interior do Nordeste a área territorial brasileira de mais baixos índices de nebulosidade e de mais forte insolação, donde o uso empírico generalizado da energia solar nas salinas de Macau e Areia Branca e na secagem do fumo, de fibras, de cerâmica rudimentar e de "carne de sol"; energia solar, aliás, associada em muitos casos à secura fisiológica dos ventos. Calcula-se que no Nordeste a insolação

é, em média, de 2.800 horas por ano. A radiação solar que durante um dia médio recebe uma superfície plana de $100m^2$ equivale a 558kW/h ou ainda ao calor produzido pela combustão de 63 litros de gasolina.

Numa das reuniões de 1970 do *Seminário de Tropicologia* da Universidade Federal de Pernambuco instituído e coordenado pelo Sociólogo-antropólogo Gilberto FREYRE — o tema central dos debates foi "Energia solar e trópico". Nessa oportunidade veio a ser acentuado como os trópicos permitem, mais do que qualquer outra região climática, o aproveitamento dos recursos naturais por uma tecnologia adaptada às próprias condições de sua ecologia, sendo que a radiação solar nas áreas tropicais é um manancial incomparavelmente regular de energia. O dia tropical, com efeito, nunca é muito menor de 12 horas ao longo do ano inteiro.

Um dos participantes do *Seminário* — o Prof. Jônio Lemos, da Escola de Engenharia da UFPE —, reconhecendo embora que se trata duma energia difícil de transformar e de armazenar, sustentou que a pesquisa tecnológica deveria ser, nessa matéria, do especial interesse em países tropicais como o Brasil. Procurando interpretar o desinteresse reinante por pesquisas desse gênero, o Prof. Jônio Lemos considerou sucessivamente os proprietários das fontes brutas de energia, as organizações que convertem essa energia bruta em formas utilizáveis e os fornecedores de equipamentos usados para a produção, a conversão e o consumo. Não havendo proprietários de energia solar não há interesse natural de incentivar-lhe o uso. Quanto aos conversores, que operam com combustíveis e potencial hidráulico convencionais, não se sentem estimulados em transformar suas preocupações e seus recursos para uma faixa difícil e duvidosa, mas o fato é que estes mesmos desestímulos ocorrem em relação à energia nuclear e, para compensá-los, fortes subsídios governamentais são aplicados ao seu desenvolvimento.

Existem potencialmente, quando nada, várias indústrias suscetíveis de utilizar a energia actínica, como as indústrias fotoquímicas, e mesmo a eletrônica a partir da radiação solar, tal como já deixamos exemplificado linhas acima. Sobretudo em pequenos equipamentos utilitários, muitos dos quais portáteis o que não chega a ser, em princípio, uma inviabilidade econômica. Porquanto baterias de células solares assimilam-se, no caso, aos combustíveis líquidos, notadamente aplicáveis em pequenas unidades energéticas móveis ou para a animação de engenhos e equipamentos que é necessário deslocar.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, Manoel Pinto de, (diretor econ. e financ. da ELETROBRÁS) conf. pronunciada em Aracaju (agosto 1972), res. publicado no *Diário de Pernambuco*, Recife, ag., 6, 1972.

ANDRADE, G.O. de, *Panorama dos recursos naturais do Nordeste*, Impr. Univ., UFPE, Recife, 1968.

ANDRADE, G.O. de, e CALDAS LINS, R., *Os climas do Nordeste*, em "As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização" (J. VASCONCELOS SOBRINHO), Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife, 1970, págs. 95/138.

ANDRADE, Roberto. *Nordeste: mercado de energia elétrica 1970-1990. Considerações metodológicas*, em "Rev. Econômica", n.º 8, abr. — jun — 1971, BNB, Fortaleza, pp. 77-91.

Banco do Nordeste do Brasil S.A., *Relatório Exercício 1971*. Fortaleza, 1972.

Boletim Estatístico, Dep. Nac. de Águas e Energia Elétrica, MME, GB (vários números).

CARVALHO, Otamar de, *Plano Integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste* (versão preliminar), MINTER/SUDENE/AT, Recife-Brasília, março 1972 (mimeogr.).

Dados socioeconômicos básicos do Nordeste, FUNDINOR, Recife, jun. 1972.

DANTAS, Audálio, e outros, *O vale da esperança* (reportagem), em "Realidade", Editora Abril, São Paulo, n.º 72, mar. 72, pp. 34-102.

GEORGE, Pierre, *Géographie de l'énergie.* Libr. de Médicis, Paris, 1950.

GEORGE, Pierre, *Geografia Econômica,* Edit. Fundo de Cultura, Rio de Janeiro, 1963.

GUYOL, Nathaniel B., *Energy in perspective of Geography,* Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1971.

ICHIKAWA, Masami, & YAMAMOTO, Shôzô, *On the occurence of water and the caracteristic types of land use in the Semi-arid Region of the Brazilian Northeast,* em "Sciense Reports of the Tokyo Kyoiku Daigeku", section C. v. 11, n.º 105, march 31, 1972, Tokyo, pp. 35-78.

JONES, C.F., & DARKENWALD, G.G., *Geografia Econômica,* Fondo de Cultura Econômica, México-Buenos Ayres, 1964, 7.ª ed.

LIMA, Evandro Moreira de Souza (Superintendente da SUDENE), Palestra pronunciada para os estagiários da Escola Superior de Guerra, Recife, jun. — 1972.

MAGALHÃES, José Cezar de, Recursos energéticos, em "Bol. Geogr.", n.º 161, CNG, Rio de Janeiro, 1961, pp. 195-237.

MANNERS, Gerald, *Geografia de energia,* Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1967.

MANTOVANI, José Carlos, *Aspectos do sistema energético brasileiro,* em "Orientação", Inst. de Geogr. da USP, n.º 4, jul. 1969, pp. 37-40.

MARTIN, Jean-Marie, *Industrialisation et développement energétique au Brésil*, Institut des Hautes Études de l'Amérique Latina, Paris, 1966.

PARDÉ, Maurice, *Alguns aspectos de hidrologia brasileira*, em "Bol. Geogr.", CNG, n.º 143, mar. - abr. 1958, Rio, pp. 161-219.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira de, *Estudo crítico* (sobre Jean-Maria MARTIN, vd.), em "Cadernos", do Centro de Estudos Rurais e Urbanos, n.º 3. nov. 1970, São Paulo, pp. 111-20.

RADESCA, Maria de Lourdes P.S., *Potencial energético do Brasil*, em "Orientação", Inst. de Geogr. da USP, São Paulo, n.º 1, out. 1965, pp. 47-50.

RADESCA, Maria de Lourdes P. de Sousa, *A hidrografia*, em "Brasil, a terra e o homem" (Aroldo de AZEVEDO), CEN, São Paulo, 1968, pgs. 573/607.

SANTOS, Luiz Carlos de A., *O problema geográfico da hidreletricidade*, em "Bol. Geogr.", MINIPLAN/IBG, n.º 215, I, mar. - abr. 1970, pp. 16-38; II, mai. - jun., 1970, pp. 13-25.

STRETTA, Etienne J.P., *O problema da água no desenvolvimento da mineração no Nordeste*, em "Bol. de Geologia", Curso de Geologia de Pernambuco, n.º 1, 1958, pgs. 145-64, Recife.