



# A ENERGIA ELÉTRICA E O PETRÓLEO NA AMÉRICA LATINA

Oswaldo de Jesus Ferreira

---

Materia extraída de monografia redigida pelo autor como exigência curricular para obtenção do diploma do Curso da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, em 1991.

Em face da sua extensão, foi dividida em duas partes.

Nesta edição aborda os principais aspectos do problema energético, em geral, e da energia elétrica, em particular, na América Latina.

Na próxima edição serão apreciados os aspectos ligados ao petróleo.

---

## O PROBLEMA ENERGÉTICO NA AMÉRICA LATINA

### Panorama Energético Mundial

**C**ausa e efeito do progresso, a energia tem sido, através dos tempos, a principal força impulsora da evolução econômica e social dos povos.

Antes da Segunda Guerra Mundial, foi a energia fornecida pelo carvão e

pela eletricidade que garantiu o êxito da expansão industrial. Depois dela, foram o petróleo e a energia nuclear que aceleraram, vertiginosamente, o progresso.

Nas últimas três décadas, o mundo progrediu muito mais do que durante séculos e, para conquistar e manter o progresso conquistado, foi, e tem sido, necessário um excessivo consumo de energia.

A multiplicidade de aplicações do

petróleo e a extraordinária expansão da petroquímica conduziram a economia mundial à dependência de uma fonte não renovável<sup>1</sup> cujas maiores jazidas estão concentradas em uma região extremamente instável politicamente, expondo os países importadores a uma incômoda incerteza quanto ao suprimento e preço do produto.

Na década de 70 e início dos anos 80, a economia mundial viveu uma nefasta escalada dos preços do petróleo. De US\$ 2,80, em outubro de 1973, o barril<sup>2</sup> do produto evoluiu, em outubro de 1981, para US\$ 34,00.

Diante desse quadro, tanto os países industrializados como os países em desenvolvimento buscaram uma menor dependência das respectivas economias em relação ao petróleo.

### Panorama Energético da América Latina

Ao longo da década de 70, os reajustes dos preços do petróleo (1973/74 e 1979/80) agravaram, ainda mais, as conseqüências negativas que a crise da economia mundial vinha trazendo para as economias dos países latino-americanos importadores do produto.

A dependência em relação ao petróleo comprometeu maiores quantidades de divisas. A recessão na economia mundial e as medidas protecionistas

dos países industrializados deixaram as economias desses países sem recursos financeiros suficientes para adquirir os volumes de hidrocarbonetos consumidos por seus aparatos produtivos.

Para financiar suas importações de petróleo e não comprometer o crescimento econômico, os países importadores da América Latina tiveram de recorrer a créditos junto a bancos internacionais, e os empréstimos financeiros externos se processaram em condições cada vez mais duras, em termos de amortizações e juros.

Quanto aos países latino-americanos exportadores de petróleo, diante da escalada dos preços do produto, vislumbraram a possibilidade de diversificar suas economias e encurtar a distância que os separava do conjunto de nações industrializadas. Mas, rapidamente, puderam constatar que a dependência do petróleo como principal fonte de divisas e financiamento de investimentos lhes tinha trazido mais problemas que benefícios;

O aumento desmedido das importações desses países, a inflação importada, a desvalorização monetária, a recessão nos países industrializados, os esforços mundiais de conservação, e os progressos na substituição de uns combustíveis por outros comprimiram, severamente, a demanda de petróleo, diminuindo acentuadamente a entrada de divisas.

Diante dessa situação, tanto países importadores como exportadores continuaram ostentando uma situação deficitária, e alguns se encontram particularmente endividados.

1. Fonte cuja utilização representa uma redução na herança global que cada geração lega à sucessora. Sua característica principal é a sua existência finita. O petróleo é o principal energético componente desse tipo de fonte.
2. 159 litros.

O crescimento industrial, comercial e urbano da região se processou, assim, baseado em um sistema energético dependente do petróleo. Em 1978, a participação do petróleo na demanda de energia comercial alcançou 70% do total consumido.

A necessária transição energética, visando à substituição da dependência da economia em relação ao petróleo e à utilização de outras fontes de energia, é tarefa difícil. Além da grande falta de recursos financeiros, falta também o desenvolvimento de tecnologias para melhor aproveitar recursos energéticos como o carvão e o urânio.

A dificuldade de propiciar uma oferta energética mais diversificada, baseada principalmente em recursos renováveis, é multiplicada pela crescente necessidade do atendimento dos anseios mais elementares das populações. É muito mais rápida, e menos dispendiosa, a instalação de diversas termoeletricas a diesel, do que uma única hidroelétrica de capacidade igual ao somatório de suas capacidades.

Apesar da favorável evolução da demanda interna de algumas economias latino-americanas ocorrida nos últimos anos, o consumo energético regional ainda é muito baixo e extremamente dependente do petróleo.

O consumo energético médio por habitantes atinge somente 17% do consumo *per capita* dos países desenvolvidos. Agrava a situação o fato de que 30% da população tem o consumo de energia fundamentado na lenha e em resíduos vegetais e animais, reconhecidamente de baixa qualidade.

Se a situação é grave na América Latina como um todo, é maior em âmbito nacional, existindo países que nem conseguem atingir o já baixo nível de consumo regional. Mesmo nos que conseguem atingi-lo, existem diferenças de consumo marcantes, com a maior parte da população não alcançando um consumo energético que lhe permita cobrir suas necessidades mais elementares.

A tabela "A" traz a evolução da estrutura do consumo de energia na América Latina, considerando-se os anos de 1970, 1985 e 1989.

A importância do petróleo é comprovada por representar, aproximadamente, 50% do consumo, ao longo dos últimos vinte anos. Se somado ao gás natural, atinge 60% do total.

Atualmente, a lenha mais o carvão vegetal representam 17,6% do total consumido, contra 31,5%, em 1970, com a menor taxa de crescimento no período, 0,3%.

A utilização de energia elétrica cresceu à taxa de 7,3% ao ano, mas ainda é baixo o seu consumo, pois significa pouco mais de 12% do total.

Durante os últimos anos, os países latino-americanos aumentaram seus volumes de produção primária de energia. A variação da produção de petróleo, entre 1980 e 1988, chegou a + 13%. Igualmente, observaram-se aumentos na produção de hidroeletricidade, carvão e gás natural.

A tabela "B" dá a evolução da produção de petróleo latino-americano entre 1980 e 1988.

No período citado, Brasil, Cuba e

Tabela A — Estrutura do Consumo de Energia na América Latina

Fontes de Energia	1970	1985	1989	% a.a. (1)
Petróleo mais Derivados	571,9 (47,8)	1013,7 (48,6)	1093,4 (48,8)	3,5
Gás Natural	82,9 (6,9)	229,8 (11,0)	245,8 (11,0)	5,9
Eletricidade	71,7 (6,0)	234,3 (11,2)	273,5 (12,2)	7,3
Carvão Mineral mais Coque	30,8 (2,6)	78,6 (3,8)	79,9 (3,6)	5,1
Lenha mais Carvão Vegetal	376,8 (31,5)	391,6 (18,8)	395,3 (17,6)	0,3
Outros	63,5 (5,3)	139,7 (6,7)	154,3 (6,9)	4,8
Total	1197,6 (100,0)	2087,7 (100,0)	2242,2 (100,0)	3,4

Observações:

- (1) — Média do consumo anual entre 1970 e 1989.
- Consumo em 10 toneladas equivalentes de petróleo.
- Entre parênteses — participação no consumo total de energia em %.
- Fonte: OLADE — 1990.

Colômbia aumentaram suas produções anuais em 200%, aproximadamente, enquanto o Chile, Peru e Trinidad e Tobago apresentaram reduções superiores a 25%. Ocorreu também uma inversão na liderança da produção de petróleo regional, pois o México, com acréscimo de 22%, superou a Venezuela que reduziu a produção anual em 11,7%.

A hidroeletricidade tem desacelerado seu ritmo de expansão. Detentora de 69% das reservas totais de energia, ela contribui com apenas 8% da oferta

de energia. Essa desaceleração agrava a dependência ao petróleo que, sustentando 48% da oferta de energia comercial, detém apenas 16% das reservas de energia.

O pouco conhecimento e a baixa utilização do carvão mineral levam à mesma relatividade entre reservas de energia e oferta de energéticos, já que, participando com 26% dos recursos, o mesmo não cobre 4% da oferta regional.

A utilização de gás natural vem se promovendo gradualmente, pois requer

Tabela B — Evolução de Produção de Petróleo na América Latina

País	1980	1986	1988	Variação (1)
Argentina	28.566,0	25.194,2	26.119,6	- 8,5
Barbados	41,9	97,7	70,0	+ 67,0
Bolívia	1.383,8	1.020,0	1.110,0	- 19,8
Brasil	10.562,0	33.204,2	32.235,3	+ 205,2
Chile	1.933,1	1.940,3	1.420,2	- 26,5
Colômbia	7.303,7	17.600,0	21.790,6	+ 198,3
Cuba	288,0	987,4	884,9	+ 207,2
Equador	11.890,4	17.000,8	18.013,3	+ 51,5
México	122.822,0	147.741,0	149.866,1	+ 22,0
Peru	11.345,4	10.301,2	8.221,4	- 27,5
T. Tobago	12.340,9	9.801,6	8.777,6	- 28,8
Venezuela	125.737,0	102.525,2	110.955,0	- 11,7
Total	334.214,2	367.413,6	379.463,7	+ 13,5

Observações:

— (1) — Variação entre 1980 e 1988 em %.

— Produção de petróleo em 1000m<sup>3</sup>.

— Fonte: Comissão Econômica para América Latina e Caribe, CEPAL — ONU. Anuário Estatístico da América Latina e Caribe, edição 1989.

grandes investimentos. Mesmo assim, o impulso à construção de gasodutos que viabilizam o aproveitamento dos recursos gasíferos é uma realidade, principalmente nos países da América do sul, onde as ampliações de redes até as zonas urbanas permitiram atender, competitivamente, às necessidades do setor residencial.

Finalmente, os recursos bioenergéticos, que caracterizam a estrutura energética da região, apresentam um comportamento irregular. A falta de dados mais corretos distorce a reali-

dade da oferta de bioenergia. Apesar do crescimento da produção em termos absolutos, a bioenergia perdeu posição em termos relativos, significando hoje menos de 20% da oferta total de energia primária.

Apesar de evidenciar avanços em alguns países, por estruturar soluções energéticas baseadas na bioenergia, as pesquisas e atividades, valorizadas no final da década de 70 e início da de 80, entraram em perigosa curva descendente, devido à falta de estímulos e investimentos e, particularmente,

pela expectativa na redução dos preços do petróleo.

Programas alternativos, como o pró-alcool do Brasil, passaram por momentos difíceis. O risco do desabastecimento e o questionamento sobre sua viabilidade poderiam tê-los conduzido à desativação completa.

A instabilidade do mercado internacional do petróleo exerce influência negativa sobre a América Latina. Comprometendo-lhe o desenvolvimento econômico e energético, cria problemas, tanto para os países importadores como para os exportadores.

Para os primeiros, a redução dos preços do barril de petróleo significa um alívio nas respectivas balanças de pagamento, mas esse reflexo não é suficiente para se contrapor à carga onerosa da dívida externa.

Para os exportadores, a citada redução de preços significa uma queda acentuada no ingresso de divisas, afetando diretamente a economia regional.

O balanço duplamente negativo reduziu as possibilidades de enfrentar os agudos problemas que dificultam a expansão e o desenvolvimento da América Latina, tão necessários para melhorar as condições de vida de sua população.

A tabela "C" dá a participação percentual do petróleo cru e de seus derivados no ingresso total de divisas da América Latina, no período de 1970 a 1988, evidenciando a importância da atividade petrolífera que se tem constituído em sua principal fonte de divisas.

Fatores internos e externos exercem

influências negativas sobre o desenvolvimento do setor energético da América Latina.

Como fatores externos, podem ser citados, dentre outros, a grande instabilidade dos preços internacionais do petróleo, a diminuição de investimentos e capitais externos e a onerosa carga da dívida externa dos países da região. Como fatores internos, dentre outras, a deteriorização dos preços e tarifas de energia, e a postergação de programas e projetos.

Os graves problemas de ordem econômico-financeira e os problemas tecnológicos se constituem em obstáculos que afetam duramente o quadro energético latino-americano, o qual dificilmente poderá ser revertido, pelo menos a curto prazo.

Em tal circunstância, faz-se imperioso redobrar os esforços de integração e cooperação, como meio de enfrentar o difícil desafio que a crise energética impõe.

As três entidades latino-americanas abaixo citadas foram criadas com esse objetivo.

• **Organização Latino-americana de Energia, OLADE**,<sup>3</sup> "criada como entidade regional de cooperação, coordenação e assessoria, tem por objetivos fundamentais propiciar a adequada preservação das fontes energéticas da região, promover um desenvolvimento independente dos recursos e capacidades energéticas de seus Estados Membros e propugnar o desenho e aplicação de políticas energéticas co-

<sup>3</sup> Suas estatísticas serviram de fonte dos dados utilizados neste trabalho.

Tabela C — Participação do Petróleo e Derivados no Ingresso de Divisas na América Latina

Produto(1)	1970	1980	1982	1984	1986	1988
Petróleo cru	14,4	28,5	34,5	28,2	14,5	15,4
Gasolina	...	...	...	...	4,8	9,6
Derivados	...	...	5,6	...	...	...
Carburantes	...	...	...	1,8	...	...
Lubrificantes	...	...	...	5,6	...	...
Outros	...	...	...	...	...	...
Exportação (2)	14,29	88,76	86,60	95,64	77,53	34,45

Observações:

- Dados em %.
- (1) — Estão computados os índices referentes à produção de produtos de petróleo somente quando estes foram cotados como um dos dez principais produtos da pauta de exportação da América Latina.
- (2) — Exportação ao mundo em bilhões de dólares, referente aos dez principais produtos.
- Fonte: Comissão Econômica para América Latina e Caribe, CEPAL — ONU, Anuário Estatístico da América Latina e Caribe, edição 1989.

muns, como fator de integração e defesa dos interesses da área”.

• **Associação de Assistência Recíproca Petrolífera Estatal Latino-americana, ARPEL**, “que tem como objetivo fomentar a colaboração e co-operação mútuas entre seus membros em apoio de seus interesses comuns, com vistas a seus desenvolvimentos, a integração comercial e tecnológica, assim como a assistência recíproca, a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento da indústria petrolífera latino-americana no contexto mundial”.

• **Comissão de Integração Elétrica Regional, CIER**, “que tem

como objetivo promover e favorecer a integração elétrica entre os países da América do Sul”.

## A ENERGIA ELÉTRICA

### Importância

O setor elétrico desempenha importante papel no desenvolvimento sócio-econômico de um país. Ele participa da satisfação das necessidades humanas básicas e da geração de empregos, conduzindo ao aumento da produção e do poder aquisitivo da população. Por isso dois índices utilizados para determinar o grau de desenvolvimento

de um país, o consumo *per capita* de energia elétrica e a taxa de crescimento desse consumo, estão ligados a ele.

Um dos energéticos mais dinâmicos e de maior penetração na América Latina é a energia elétrica. Desde o início da década de 80, para um crescimento do consumo energético de 30%, o consumo de energia elétrica tem sido de 7,3%, ao ano.

Em alguns países latino-americanos, o fornecimento de energia está ainda abaixo do normal. Isso implica em que grande parte da população, especialmente a das zonas rurais e a marginal dos grandes centros urbanos, não usufrua desse serviço. A situação requer soluções que abranjam fontes alternativas e tecnologias de produção, transmissão e distribuição a custos acessíveis.

Nos últimos anos, têm sido estudadas diversas opções, desde a instalação de pequenas centrais hidroelétricas, para consumo local, até as grandes obras, que exigem transporte de energia a longa distância.

Devido à realidade financeira dos países da região, estão sendo intensificadas ações para ampliar interligações elétricas internacionais, a fim de satisfazer o aspecto social e diminuir o ônus financeiro das nações.

### Geração

As principais fontes disponíveis para geração de energia elétrica são a hidráulica, a nuclear, a geotérmica e o petróleo. Além destas, podem ser consideradas, também, com menor sig-

nificado, a biomassa, o carvão mineral e o gás natural.

Levando em conta que qualquer fonte energética possui características sócio-ambientais positivas e negativas, sua utilização na geração de eletricidade dependerá das reações da sociedade em relação a ela.

As tabelas "D" — Potencial Hidroenergética e Capacidade Instalada, por Tipo de Central, e "E" — Geração de Energia Elétrica, por Tipo de Central, mostram dados que reforçam a importância da energia hidráulica na geração da eletricidade latino-americana.

### Hidroeletricidade

Dentre as fontes convencionais de energia, a hidroeletricidade ocupa o primeiro lugar na produção da energia elétrica da América Latina<sup>4</sup>.

O potencial econômico e tecnicamente instável é elevado<sup>5</sup> e ocupa o primeiro lugar no mundo<sup>6</sup>.

Os seguintes aspectos positivos da hidroeletricidade na América Latina podem ser citados:

- é fonte renovável, com potencial expressivo na região, não sujeita a variações de preços ou fornecimentos futuros;
- existe na região, principalmente no Brasil, larga experiência em projetar e construir centrais hidroelétricas e sistema de transmissão, garantindo autonomia tecnológica com baixos índices de importação.

4 65,2% do total.

5 Cerca de 617.000 MW.

6 A região contém 32% das reservas hidroenergéticas mundiais.



Tabela D — Potencial Hidroenergético e Capacidade Instalada por Tipo Central

País	Potencial Hidroen. (1)	Capacidade Instalada (2)			Nuclear	Capacid. total (3)
		Hidro-elétrica	Térmica	Geotérmica		
Argentina	44.500	35,7	52,3	—	12,9	16.820
Barbados	—	—	60,6	39,4	—	132
Bolívia	18.000	44,8	55,2	—	—	613
Brasil	106.500	87,2	10,5	—	2,3	57.321
Colômbia	93.000	79,1	10,9	—	—	8.850
Costa Rica	9.155	80,5	19,5	—	—	869
Cuba	(4)	5,2	94,8	—	—	3.853
Chile	22.800	57,0	43,0	—	—	4.039
Equador	21.250	51,7	48,3	—	—	1.739
El Salvador	1.600	61,5	15,3	23,2	—	650
Granada	—	—	100,0	—	—	13
Guatemala	10.890	55,0	45,0	—	—	729
Guiana	4.500	—	100,0	—	—	121
Haiti	90	—	100,0	—	—	186
Honduras	3.600	71,3	28,7	—	—	561
Jamaica	110	—	100,0	—	—	447
México	80.800	31,0	54,1	6,8	8,9	25.124
Nicarágua	5.800	27,8	44,4	27,8	—	360
Panamá	6.600	56,4	43,6	—	—	887
Paraguai	25.000	97,8	2,2	—	—	5.525
Peru	74.000	57,0	43,0	—	—	4.106
Rep. Dom.	2.010	9,5	90,5	—	—	2.105
Suriname	2.420	44,8	51,2	—	—	391
T. Tobago	—	—	100,0	—	—	1.189
Uruguai	2.700	74,1	25,9	—	—	1.566
Venezuela	83.400	52,3	47,7	—	—	17.600
Amér. Lat.	617.725	61,9	36,1	0,6	1,5	155.796

Observações:

- Dados referentes a 1989.
- (1) — Potencial hidroenergético em  $10^6$ W (MW).
- (2) — Capacidade instalada por central em %.
- (3) — Capacidade total das centrais de geração elétrica em  $10^6$ W.
- (4) — Dado não disponível.
- Fonte: OLADE — 1990.

Como aspecto negativo, vale citar os impactos ambientais, como as inundações de terras e alterações nos regimes dos rios, que podem afetar as populações e o meio físico e biológico.

O regime intermitente das águas requer um estudo cuidadoso, para diminuir as dificuldades técnicas surgidas com período de hidráulidade crítica.

O México possui 13% do potencial hidroenergético latino-americano. Em 1989, a hidroeletricidade representou 22,4% da energia elétrica gerada no país. A grande disponibilidade de petróleo faz com que a exploração dos recursos hídricos para geração de energia elétrica seja levada a efeito somente onde o seu aproveitamento é realmente compensador.

A América Central conta com uma produção considerável de hidroeletricidade, que constitui o principal recurso energético da sub-região. Mais de 80% da energia elétrica produzida na Costa Rica e em Honduras é de origem hidroelétrica. A situação dos países do Caribe porém é completamente diferente. A República Dominicana é o único país que utiliza a hidroeletricidade.<sup>7</sup> Os demais não dispõem de recursos hidroenergéticos aproveitáveis ou, possuindo-os, eles são bastante modestos, como é o caso da Jamaica e do Haiti.

A América do Sul apresenta oferta de recursos hídricos em abundância. Em 1987, 75% da energia elétrica gerada na América do Sul foi de origem hidráulica.

A maior taxa de crescimento de ge-

ração elétrica se deu na Zona Andina, em 1986, com a inauguração da hidroelétrica de Guri, na Venezuela. Com ela e Itaipu, a sub-região conta com as duas maiores hidroelétricas do mundo, em capacidade de geração.

As maiores reservas de hidroeletricidade estão distribuídas entre Colômbia, Peru, Venezuela, Brasil e Argentina, nas bacias do Amazonas e do Prata.

No caso da bacia Amazônica, os problemas técnicos de transmissão e o impacto ambiental não impedem, economicamente, a construção de hidroelétricas e suas interligações com os grandes centros consumidores. O período de tempo disponível até o início da construção permitirá equacioná-los, de forma satisfatória.

No Cone Sul, a bacia do Prata possui grande capacidade de aproveitamento energético, ainda não explorado pelos países da sub-região.

A Argentina possui bom potencial hidráulico para geração de energia elétrica. Em 1989, a utilização desse recurso correspondeu a 26,8% da produção total de eletricidade do país, existindo perspectivas de aumentar esse índice, através de aproveitamentos binacionais.

O Paraguai está resolvendo seu problema de geração de energia elétrica com Itaipu, e mais dois projetos em comum com a Argentina. Seu mercado consumidor está atendido plenamente e hoje o país é exportador de eletricidade.

O Uruguai tem a maior parte de sua energia elétrica gerada em hidro-

<sup>7</sup> 20% do total gerado em 1989.

Tabela E — Geração de Energia Elétrica por Tipo de Central

País	Hidroeletricidade	Termoeletricidade	Geotérmica	Nuclear	Total (1)
Argentina	26,8	59,2	—	14,0	49.903
Barbados	—	100,0	—	—	509
Bolívia	59,3	30,7	—	—	2.007
Brasil	91,5	8,5	—	—	229.820
Colômbia	76,2	23,8	—	—	34.602
Costa Rica	100,0	—	—	—	3.306
Cubã	—	100,0	—	—	14.542
Chile	68,0	32,0	—	—	16.932
Equador	85,5	14,5	—	—	6.036
El Salvador	50,0	25,0	25,0	—	2.058
Granada	—	100,0	—	—	1
Guatemala	55,0*	45,0*	—	—	1.753
Guiana	—	100,0	—	—	300
Haiti	—	100,0	—	—	571
Honduras	81,0*	19,0*	—	—	2.012
Jamaica	—	100,0	—	—	1.960
México	22,4	67,2	10,4	—	110.606
Nicarágua	46,5*	25,3*	28,2*	—	1.288
Panamá	64,3	33,7	—	—	2.681
Paraguai	100,0	—	—	—	22.271
Peru	73,9	26,1	—	—	13.736
Rep. Dom.	20,0	80,0	—	—	3.840
Suriname	35,7	64,3	—	—	1.260
T. Tobago	—	100,0	—	—	3.189
Uruguai	62,3	37,7	—	—	5.661
Venezuela	62,1	37,9	—	—	54.656
Amér. Lat.	65,2	32,7	0,9	1,2	585.398

Observações:

- Dados referentes a 1989.
- Dados parciais em %.
- (1) — Geração elétrica total em 10<sup>9</sup>Wh.
- \* — Dados referentes a 1987.
- Fonte: OLADE — 1990.

elétricas,<sup>8</sup> sendo o maior exportador latino-americano. Porém seu potencial hidroenergético está praticamente todo utilizado. Isso poderá trazer-lhe dificuldades futuras, aumentando suas necessidades em importação de petróleo, já que não possui reservas desse energético, nem de carvão ou de gás natural.

No Brasil, as reservas mais interessantes da região sul estão localizadas nas bacias dos rios Paraná, Uruguai e Jacuí. O potencial hidrelétrico, dessa e da região sudeste, está quase totalmente aproveitado. As hidrelétricas do rio Uruguai apresentam baixo custo de geração, apresentando-se bastante atrativas do ponto de vista econômico.

No continente sul-americano, muitos rios com potencial hidráulico aproveitável são divisores naturais entre países, estimulando o aproveitamento comum, como Itaipu, entre Brasil e Paraguai, e Yacyretá, entre Argentina e Paraguai.

### Geotermia

A energia geotérmica, como a hidráulica, só é transformada em elétrica nos locais onde há condições favoráveis à sua captação. Ela têm origem no aproveitamento do calor interno da terra, encontrado em solo de formação vulcânica. É explicada pela dissipação da energia interna da terra, resultante da interação entre as placas, ou laterais, quando se deslocam.

Quantidade importante de geoenergia de alto conteúdo térmico pode ser encontrada no México, no Caribe, na

América Central e na Zona Andina da América do Sul.

O México é o país que mais desenvolveu a Geotermia para a geração elétrica. Em 1989, 10,4% da energia elétrica gerada no país foi da origem geotérmica.

Além do México, Nicarágua e El Salvador utilizam esse tipo de energia. Em termos absolutos, os valores da produção são modestos, mas significam mais de 25% da energia elétrica gerada por esses países.

### Nucleoeletricidade

A energia nuclear usa a fissão nuclear a alta temperatura para gerar eletricidade. O combustível usado é o urânio, que, ao ter seu núcleo atingido por um nêutron, parte-se e libera energia.

Na América Latina, apenas dois países utilizam esse tipo de energia para geração de eletricidade: Argentina e Brasil.

A Argentina tem mais de 10% de eletricidade de origem nuclear substituindo o potencial hídrico, cujas fontes estão muito distantes dos grandes centros consumidores. Suas reservas de urânio são de, aproximadamente, 5% das reservas totais de energéticos do país.

O Brasil é o quinto país do mundo em reservas de urânio e o primeiro da América Latina. Sua maior jazida é a de Itaipu, no Ceará, seguida da de Lagoa Real, na Bahia. Ele possui uma central nuclear em operação, que colabora com apenas 0,5% do total da geração da energia elétrica nacional.

<sup>8</sup> 62,3%, em 1989.

Está localizada em Angra dos Reis, RJ.

O urânio está entre os energéticos mais promissores, para quando se esgotar o potencial hidroelétrico economicamente aproveitável.

Embora vários países do mundo já a dominem, a tecnologia nuclear ainda não atingiu um estágio que propicie a definição de um projeto padrão, universalmente aceito. Isso justifica os altos custos na instalação de uma central nuclear. Além desse obstáculo a desinformação da população tem impedido a incorporação desse tipo de energia no contexto da América Latina, provocando atrasos no programa nuclear, destacadamente no Brasil e no México.

### Térmica convencional

Em 1989, na América Latina, 32,7% da eletricidade gerada foi de origem térmica convencional.

Ela utiliza combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, sendo o carvão mineral, o petróleo e o gás natural os de maior uso. Tem a vantagem de os combustíveis poderem ser transportados até o local de geração, sendo, portanto, mais utilizados nos sistemas isolados.

Na América Latina, até pouco tempo, o uso do carvão não merecia maior atenção dos planejadores da estrutura energética de produção e consumo. Os poucos países que faziam uso dele, utilizavam-no na metalurgia. Não obstante, a maioria dos carvões da região, por ser do tipo coqueificável,<sup>9</sup> presta-se adequadamente à geração de

eletricidade, em substituição do óleo combustível e outros.

O principal programa de carvão mineral da região é o colombiano. A Colômbia é o único país latino-americano exportador de carvão, sendo o seu carvão energético considerado de excelente qualidade.

Brasil, México e Argentina aumentaram as explorações carboníferas para atenderem à necessidades internas, principalmente na geração de eletricidade.

No Brasil, as grandes reservas situam-se em Candiota — RS, com 40% do carvão nacional. Nessa região, será instalada uma termoelétrica de grande porte, que possibilitará exportar eletricidade para a Argentina.

O Chile vem desenvolvendo intensa atividade na exploração do carvão, prevendo a substituição do petróleo nas termoelétricas localizadas ao norte do país.

O maior aproveitamento do carvão visa a substituir o petróleo, principalmente na geração de energia elétrica.

O petróleo é, com certeza, o combustível mais utilizado em termoelétricas na América Latina, sendo o Caribe a sub-região mais dependente dele, dadas as suas limitações de fontes alternativas. Brasil, Paraguai e Costa Rica são os menos dependentes.

Os diversos países da região vêm incorporando outros energéticos na geração de energia elétrica, reduzindo, com isso, as respectivas dependências do petróleo, guardando-o para utilizações mais nobres.

O gás natural guarda grande relação

<sup>9</sup> Baixo poder calorífico, alto teor de enxofre, cinzas, etc.

com o petróleo e é utilizado em sistemas isolados, substituindo-o. Seu aproveitamento tende a aumentar na geração de eletricidade na América Latina, pois é de menor custo e menos poluente do que o petróleo.

O México apresenta reservas consideráveis de gás natural, usando-o em treze usinas, para geração de eletricidade.

No Peru, a descoberta de uma importante reserva de gás natural possibilitou a construção de termoelétricas com capacidade de 400 a 600MW, atendendo à demanda por dez anos.

A Bolívia prevê a instalação de termoelétricas, com possibilidade de exportar os excedentes de energia para o Brasil.

No Brasil, no oeste da Amazônia, foram iniciados estudos para aproveitar o gás natural da região na geração de eletricidade.

### Bioenergia

A bioenergia utiliza lenha, resíduos vegetais e animais, e outros, para a geração de energia.

Há dificuldade em se obter registros de informações sobre a produção de eletricidade através da bioenergia, mas ela é uma realidade na América Latina, atendendo às demandas isoladas.

O Brasil é o país que mais consome bioenergéticos<sup>10</sup> na geração de eletricidade.

Na América Central e na Zona Andina, a lenha é o energético mais utilizado para gerar eletricidade, com destaque para o Chile.

<sup>10</sup> Lenha, bagaço de cana-de-açúcar, carvão vegetal e casca de arroz.

Os bioenergéticos têm as vantagens de serem renováveis, facilmente adaptáveis e disponíveis nas atividades do setor rural, atendendo às solicitações econômicas e sociais de eletricidade.

### Outras Fontes

São de menor expressão na América Latina, cabendo apenas o registro da possibilidade de geração de eletricidade baseada nas seguintes fontes: eólica, solar, das marés e xisto betuminoso.

### Transmissão

Quando um aproveitamento energético para gerar eletricidade é feito longe do centro consumidor, se faz necessário transportar a energia gerada até o local de consumo.

O custo desse transporte aumenta com a distância a ser vencida e diminui com a quantidade de energia a ser transportada. Ele deve ser o menor possível e obedecer a padrões técnicos aceitáveis.<sup>11</sup>

A tecnologia de transmissão de energia elétrica está bem desenvolvida na América Latina, com pesquisas voltadas, atualmente, para o transporte de grandes blocos de energia e grandes distâncias.

Os sistemas elétricos de cada país latino-americano admitem interligação

<sup>11</sup> Em um sistema interligado, por exemplo, a transmissão deve atender à inversão no fornecimento de energia, favorecendo regiões distintas em épocas críticas de operacionalidade das usinas.

com os sistemas elétricos dos países vizinhos. Atualmente, já existem interconexões elétricas internacionais nas fronteiras de alguns países da região.

O grande desafio latino-americano, em transmissão de energia elétrica, está no Brasil, tendo em vista que a energia gerada com os recursos hidráulicos da Região Amazônica, deve ser transportada para os centros consumidores das regiões sudeste e nordeste do País.<sup>12</sup>

Para possibilitar a transmissão de grandes blocos de energia a longa distância, como requer a energia gerada na Região Amazônica, estão sendo desenvolvidas novas tecnologias, pois a utilizada no sistema Itaipu não lhe é adaptável, devido a aspectos técnicos e ambientais. Foram descartadas, também, a supercondutividade e o uso de hidrogênio no transporte de energia.

Como opção atual, foram arroladas as seguintes tecnologias:

- em corrente alternada: linhas compactas em 800 KV; sistemas de ultra-alta tensão (1.000 a 1.200 KV); sistemas trifásicos de meio comprimento de onda; e sistemas hexafásicos.

- em corrente contínua: sistemas em tensões até 600 KV; sistemas em tensões superiores a 600 KV e até mais ou menos 800 KV; sistemas multiterminais.

### Mercado

Na década de 80, a América Latina

<sup>12</sup> O Brasil possui o maior nível de tensão elétrica de transmissão do mundo ocidental: 800kV em corrente alternada e 600kV em corrente contínua, ambos em Itaipu.

apresentou um crescimento interno de eletricidade de mais de 5% ao ano, correspondendo, aproximadamente, 45% ao Brasil, 17% aos países da Zona Andina, 17% ao México e os 21% restantes aos demais países.

Os países que tiveram maior crescimento industrial foram os que apresentaram maior índices de consumo de eletricidade. Porém a energia elétrica atende também ao crescimento populacional e à urbanização, não ficando restrita às atividades econômicas do setor secundário.

Pela tabela "F" — Consumo de Energia Elétrica, verifica-se que os países que apresentam índices mais elevados de consumo de energia elétrica *per capita* correspondem aos considerados de renda média alta. Em 1989, o índice médio da América Latina foi de 1.099 KWh/habitante, ficando apenas o México, que pertence ao primeiro grupo, abaixo de 1.000 KWh/habitante, fato explicado pelo uso intenso do petróleo.

O Brasil é o maior consumidor de energia elétrica da região com 44,6% do total, seguido pelo México, Venezuela e Argentina. No conjunto esses países são responsáveis por 80,1% do consumo latino-americano.

Brasil e Argentina destacam-se como importadores de eletricidade e o Uruguai, como exportador.

### Interconexão Elétrica

Na década de 80, os países latino-americanos foram profundamente atingidos por problemas de ordem econô-

# A ENERGIA ELÉTRICA E O PETRÓLEO NA AMÉRICA LATINA

**Tabela F — Consumo de Energia Elétrica, Total e *Per Capita***

País	Renda Média		(1) Baixa	PNB (4) "Per Capita"	Consumo de Energia Elétrica (5)	
	(2)	(3)			Total	"Per Capita"
Argentina	x			2.301,4	41.200	1.290
Barbados	x			3.678,4	441	1.702
Bolívia		x		577,8	1.709	240
Brasil	x			2.002,1	213.181	1.446
Colômbia		x		1.376,2	25.749	795
Costa Rica		x		1.456,9	3.514	1.195
Cuba	x			2.784,6	11.900	1.132
Chile	x			2.536,2	13.794	1.064
Equador		x		1.399,0	4.582	443
El Salvador		x		638,0	1.692	329
Granada		x		961,3	39	386
Guatemala		x		924,0	1.737	194
Guiana			x	409,1	315	308
Haiti			x	206,8	337	53
Honduras		x		600,8	1.205	241
Jamaica		x		1.144,8	1.476	594
México	x			2.268,9	84.853	978
Nicarágua		x		500,3	1.045	279
Panamá		x		1.463,2	1.794	757
Paraguai		x		1.290,8	1.709	411
Peru		x		898,6	11.568	530
Rep. Dom.		x		1.153,7	2.489	354
Suriname	x			1.744,8	1.181	2.975
T. Tobago	x			3.153,9	2.909	2.303
Uruguai	x			2.237,3	3.720	1.209
Venezuela	x			2.536,3	43.652	2.268
Amér. Lat.				1.872,4	477.791	1.099

**Observações:**

- Dados referentes a 1989.
- (1) — Renda *per capita* considerada:
  - média alta: acima de US\$ 1.500,00 (inclusive)
  - média baixa: entre US\$ 500,00 e US\$ 1.500,00
  - baixa: abaixo de US\$ 500,00
- (2) — Renda Média Alta.
- (3) — Renda Média Baixa.
- (4) — Produto Nacional Bruto *per capita* em US\$.
- (5) — Consumo de energia elétrica:
  - Total em 10<sup>9</sup>Wh.
  - *Per Capita* em KwH/habitante, em um ano.
- Fonte: OLADE — 1990.



mica. O endividamento externo e a redução dos créditos internacionais implicaram na postergação de obras nos setores de energia elétrica e de infraestrutura básica fornecida pelo Estado para os diversos segmentos de consumo.

Como a demanda de eletricidade tem crescido, há de se buscar soluções a custo mínimo, para evitar a estagnação da economia, principalmente no setor industrial.

A integração entre países da região é a maneira mais amadurecida de superar a crise, buscando, principalmente, fontes e potenciais alternativos.

O espírito de integração fez surgir, nas três últimas décadas, várias organizações que visam à cooperação mútua entre os diversos países latino-americanos, abrangendo os diferentes setores de atividade econômica.

No setor elétrico, além da OLADE e da CIER já citadas, existem outras organizações criadas com o mesmo fim integracionista, tais como a Conferência Latino-americana de Eletrificação Rural, CLER<sup>13</sup> e o Encontro Latino-americano de Cigré, ELARC.<sup>14</sup>

A interconexão elétrica internacional envolve fatores técnicos e econômicos que devem ser considerados pelos países envolvidos. Como vantagens, ela permite assegurar a continuidade do serviço na maioria das situações; reduz o custo final do sistema;<sup>15</sup> aproveita os excedentes das fontes energéticas de um país, para

atender ao déficit elétrico do país vizinho; promove a troca de tecnologia e favorece o surgimento de pólos regionais e o desenvolvimento dos existentes ao longo da rota da linha de transmissão.

Caso seja possível, deve ser atendida a inversão do fluxo de energia, ampliando-se os benefícios decorrentes das diferenças hidrológicas dos sistemas.

A geração de energia elétrica na América Latina, como já foi ressaltado, é basicamente hidráulica, existindo ainda inúmeras bacias hidrográficas em que os potenciais estão praticamente inexplorados. A maior parte delas tem abrangência internacional.

A tabela "G" — Aproveitamentos Hidroelétricos Binacionais — Principais Características Energéticas evidencia a importância das bacias hidrográficas compartilhadas por diversos países da região.

No México, a maior parte dos recursos hídricos se concentra na península de Yucatán, bacia de Usumacinta-Grijalva, abrangendo o norte da Guatemala.

Na América Central e Caribe, as bacias hidráulicas são pouco expressivas, devido à composição orográfica da sub-região. O aproveitamento mais expressivo é da bacia do San Juan, entre Nicarágua e Costa Rica.

Na América do Sul encontram-se os maiores recursos hídricos aproveitáveis da América Latina, com destaque para as bacias do Amazonas, do

13 De caráter técnico, a Conferência abrange planejamento e projeto de eletrificação na área rural.

14 Aborda aspectos exclusivamente técnicos.

15 Por tratar-se de empreendimento bi ou multi-

nacional, necessita de concorrência internacional.

Tabela G — Aproveitamentos Hidroelétricos Binacionais — Principais Características Energéticas e Físicas

BACIA Aproveitamento	Países envolvidos	Situação atual (1)	Potência (2)	Volume (3)	Superfície (4)	Entrada em Serv.
Grijalva-Usumacinta	Gua-Mex	Inv.	S/D	S/D	S/D	S/D
Lago Guija	Gua-ElS	Idéia	S/D	S/D	S/D	S/D
Rio San Juan	CRi-Nic	Inv.	S/D	S/D	S/D	S/D
Orinoco						
— Atures-M.	Col-Ven	Inv.	2.000	S/D	S/D	S/D
Vertente do Pacífico						
— Tumbes-C.	Equ-Peru	Viab.	S/D	S/D	S/D	S/D
Titicaca	Bol-Peru	Idéia	S/D	S/D	S/D	S/D
Do Prata						
— Cach. Apa	Br-Par	Inv.	23	0,8	S/D	S/D
Rio Bermejo						
— Astilleros	Arg-Bol	Inv.	121	0,6	54,3	S/D
— Arrasayal	Arg-Bol	Inv.	166	0,4	37,4	S/D
— Las Pavas	Arg-Bol	Inv.	147	0,4	22,6	S/D
Rio Paraná						
— Itaipu	Br-Par	Oper.	12.600	19,0	1460,0	1985
— Corpus	Arg-Par	P. Bás.	4600	5,0	575,0	S/D
— Yacyretá	Arg-Par	Const.	2700	7,4	1600,0	1993-4
Compens. Yacyretá	Arg-Par	Inv.	1100	S/D	1850,0	S/D
Rio Uruguai						
— Roncador/						
Panambi	Arg-Br	Viab.	2700	S/D	930,0	S/D
— Garabi	Arg-Br	P. Bás.	1800	S/D	920,0	1996
— San Pedro	Arg-Br	Viab.	745	S/D	1000,0	S/D
— Salto Grande	Arg-Ur	Oper.	1890	6,0	783,0	1979
— Compens. Salto Grande	Arg-Ur	Inv.	400	S/D	S/D	S/D
Lagoa Mirim						
— Paso Del						
Centurion	Br-Ur	Viab.	32	S/D	S/D	S/D
— Talavera	Br-Ur	Inv.	8	S/D	S/D	S/D

Observações:

— S/D — Sem dado

— (1) — Em ordem de progresso do avanço no estudo e desenvolvimento:

— Idéia: idéia.

— Inv.: inventário.

— Viab.: estudo da viabilidade.

— P. Bás.: projeto básico.

— Const.: construção.

— Oper.: em operação.

— (2) — Em 1000 MW.

— (3) — Em km<sup>3</sup>.

— (4) — Em km<sup>2</sup>.

— Fonte: CEPAL.

Prata e do Orinoco, compartilhadas por dois ou mais países.

Itaipu, empreendimento conjunto de Brasil e Paraguai, é a mais destacada obra de geração elétrica internacional, com 12.600 MW de potência e a maior hidroelétrica do mundo. Entrou em operação em 1985 e, até hoje, não pôde utilizar todo o potencial de que é dotada, por não estar totalmente montada.

Salto Grande, aproveitamento comum argentino-uruguaio, está localizada no Rio Uruguai. Em operação desde 1979, tem potencial de 1890 MW.

Yacyretá, explorada por Argentina e Paraguai, localiza-se no Rio Paraná. Ainda em construção, deverá entrar em operação em 1993.

Garabi, no Rio Uruguai, envolve aproveitamento conjunto da Argentina e do Brasil. Em fase de projeto, sua entrada em operação está prevista para 1996.

Corpus, no Rio Paraná, empreendimento comum entre Argentina e Paraguai, também em fase de projeto, não tem previsão para entrar em operação.

No Rio Uruguai, estão sendo estudados outros dois aproveitamentos binacionais, Roncador e San Pedro, ambos na divisa entre Brasil e Argentina.

Na Lagoa Mirim, Brasil e Uruguai estudam os aproveitamentos de Paso Del Centurion e Talavera, onde os potenciais hidroelétricos são modestos.

Nas demais sub-regiões latino-americanas — México, América Central e Caribe — faltam dados sobre os

aproveitamentos hidroelétricos internacionais.

### Fornecimento internacional de energia elétrica

Na América Central e México, o intercâmbio é feito de forma irregular, tendo o México contribuído com baixo índice.

Na América do Sul, as trocas são expressivas entre os países do Cone Sul.

As interligações elétricas brasileiras enfrentam limitações quanto ao nível de frequência. O Brasil adota a frequência de 60 Hertz (ciclos por segundo), a mesma do Peru, Colômbia e Venezuela. Já a Argentina, o Paraguai, o Uruguai e a Bolívia utilizam 50 Hertz de frequência, o que impõe a utilização de instalações conversoras nas interligações elétricas do Brasil com esses países.

Com a Argentina, o Brasil realiza a interconexão norte, correspondente às localidades fronteiriças de São Tomé (Arg) e São Borja (RS), e a interconexão sul, entre Paso de Los Libres (Arg.) e Uruguiana (RS).

O Brasil garante o fluxo de energia em regime de emergência para as fronteiras do Paraguai, através de Ponta Porã e Mundo Novo (MS), e do Uruguai, por Livramento e Quaraí (RS).

Está em estudo com o Uruguai, a interconexão Candiota (RS)-Montevideo (Ur), para fornecimento da termoeletricidade gerada naquela cidade gaúcha.

Com a Bolívia, o Brasil projeta a

ligação Puerto Suares (Bol)-Corumbá(MS), invertendo o fluxo de energia elétrica e reforçando o atendimento da ELETROSUL, ao iniciar o fornecimento de termoelectricidade a gás natural pela Bolívia.

Para atender à localidade de Rio Branco (AC), está em estudo com o Peru a interconexão Rio Branco-Uribamba.

Para abastecer o norte do Brasil, existe grande possibilidade de interconexão com a Venezuela. Do elevado potencial da Usina Hidroelétrica de Guri, no Rio Caroni, partiriam as linhas de transmissão para Boa Vista (RR) e Manaus (AM), percorrendo 1.300km. É um projeto viável, pois apresenta vantagens para os dois países, tais como: aproveitamento do excedente de energia; substituição de geração térmica; reprogramação das hidroelétricas da Amazônia; baixo impacto ambiental; baixo custo final.

Outro abastecimento poderá vir da Bolívia, com a construção da hidroelétrica Cachuela Esperanza, próximo à fronteira do Brasil, em Rondônia. É de interesse brasileiro pelos mesmos motivos citados em relação a Guri.

Outros aproveitamentos podem ser citados, além dos hídricos.

No Peru, o gás natural da região de Camisea River poderá facilitar a construção de termoeletricas, e estender o atendimento energético às áreas brasileiras na fronteira comum.

Na Colômbia, o carvão poderia ser aproveitado na geração de eletricidade suficiente para abastecer cidades de pequenos potenciais no extremo norte do Brasil.

Finalmente, ao sul, estuda-se o aproveitamento do gás natural da Argentina para o fornecimento de eletricidade para cidades do Rio Grande do Sul.

Além do Brasil, a Argentina mantém interligações elétricas com os outros países vizinhos.

Com o Uruguai, interliga as localidades de Concepción Del Uruguai e Colón (Arg) e Paysandú (Ur). Outra interconexão refere-se à Hidroelétrica Salto Grande, ao sul.

Com o Paraguai, a Argentina cobre seu *déficit* de eletricidade na província de Misiones, através da interligação em Carlos Antônio Lopes (Par) e Eldorado (Arg). Outras interconexões importantes dos dois países são: Posadas (Arg)-Encarnacion (Par) e Clorinda (Arg)-Guaranbaré (Par).

Com o Chile, a Argentina estuda a possibilidade de interconexão na Cordilheira dos Andes, pelo túnel internacional de Mendoza.

Entre a Colômbia e a Venezuela, existe também uma importante interligação, na região de Maracaibo.

(Continua na próxima edição)



**OSWALDO DE JESUS FERREIRA** — Major da Arma de Engenharia do Exército. Possui os cursos regulares de sua arma: AMAN (Turma Sesquicentenário da Independência, 12 de dezembro de 1975), EsAO (1984) e ECEME (1991). Possui ainda o Curso de Operações na Selva Cat — B, no CIGS (1979). Serviu em Unidades de Engenharia, de Combate e de Construção, e na AMAN. Comandou a 15.<sup>a</sup> Cia E Cmb em Palmas-PR (janeiro de 1985 a janeiro de 1988). Atualmente, serve no EM CMP/11.<sup>a</sup> RM.

**A CCE  
NÃO PARA DE INOVAR  
PORQUE  
O MUNDO NÃO PARA  
DE EVOLUIR.**



AUDIO-VÍDEO-INFORMÁTICA