

O programa de eletrotermia

BENEDITO CARRARO

Diretor do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica — DNAEE. Engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Santa Catarina, exerceu sua atividade nas Centrais Elétricas deste Estado.

O quadro recessivo que a economia nacional viveu no final da década de 70 e início dos anos 80 teve como consequência uma retração nas taxas de crescimento do mercado, não visualizada quando do planejamento e expansão dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica. Em adição ao fator mercado, as condições hidrológicas, nesse período, foram extremamente favoráveis, advindo daí excedentes temporários de energia elétrica, notadamente nas regiões Sul e Sudeste.

Impôs-se, assim, sob o enfoque de uma política de vendas para o setor elétrico, a adoção de medidas visando a comercialização desses excedentes em condições favoráveis para os consumidores e para o setor elétrico com benefícios diretos para a economia do país.

Nesse sentido foram desenvolvidas três linhas de ação baseadas em tarifas incentivadas:

- Substituição de energéticos importados por eletricidade
 - EGTD — Energia Garantida por Tempo Determinado
 - ESNG — Energia Sazonal Não Garantida
 - ESBT — Energia Elétrica Excedente para Substituição de Derivados de Petróleo.
- Incremento à exportação
 - EPEX — Energia Elétrica Excedente para Produção de Bens Exportáveis
 - Energia Elétrica Adicional Temporária para Incremento à Exportação.
- Aumento de produtividade agrícola.

Essas medidas foram determinadas por uma situação conjuntural e, portanto, com reflexos de curto prazo, apre-

sentando até fins de 1984, no que concerne à substituição de energéticos importados por eletricidade, através de seus três tipos de energia com tarifas incentivadas, uma economia de petróleo da ordem de 30.000 bep/d, com a assinatura de 2.300 contratos, totalizando 2.200 MW.

Em fins de 1983, o mercado mostrava tendência de voltar a assumir elevadas taxas de crescimento. As perspectivas indicavam a necessidade de uma política definida de forma estrutural que, entre outros aspectos, continuasse contemplando a substituição de energéticos importados por eletricidade.

Desta forma, em 28/11/83, cumprindo determinação do Sr. Ministro das Minas e Energia, o Diretor Geral do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica — DNAEE emitiu a Portaria nº 140, constituindo a Comissão de Estudos, cujo objetivo era o de “viabilizar um programa de substituição de energéticos importados por eletricidade, propondo condições, critérios e requisitos visando a comercialização de energia firme para as substituições tecnológico-energéticas, em especial às caracterizadas como eletrotermia, e de energia temporária, com manutenção de equipamentos alternativos em reserva”.

Os estudos desenvolvidos para cumprir esse objetivo abordaram, entre outros, os seguintes aspectos:

- Análise técnico-econômica das substituições
- Potencial de substituição futura por uso e por região
- Análise da viabilidade de oferta de energia
- Política

Análise Técnico-Econômica das Substituições

Após ampla pesquisa envolvendo 74 grandes consumidores de óleo combustível, concessionários, fabricantes de equipamentos eletrotérmicos, órgãos de financiamento, análises foram feitas no sentido de comparar técnica e economicamente aplicações de eletrotermia com

outras formas de energia derivadas do petróleo, de modo a obter as tendências e indicar as bases para um estudo tarifário realista, na determinação de valores que fossem ao mesmo tempo atraentes para o consumidor, mas que, no entanto, permitissem remuneração adequada às concessionárias.

O modelo adotado para a análise econômica da substituição simula os custos de operação de um equipamento convencional, determinando seu valor atual (VA_1) e o compara com a simulação dos custos operacionais e investimentos de um equipamento eletrotérmico (VA_2), através da equação: $VA_1 = X \cdot VA_2$, onde a incógnita (X) representa o custo da energia elétrica que foi denominado Valor de Equilíbrio e calculado para os seguintes casos:

- 1º Caso: a) Equipamentos novos: eletrotérmico e convencional
b) Vida útil idêntica para os dois equipamentos
- 2º Caso: a) Equipamentos novos: eletrotérmico e convencional
b) Vida útil diferente para os dois equipamentos
- 3º Caso: a) Equipamento eletrotérmico novo
b) Equipamento convencional em operação
- 4º Caso: O equipamento convencional continuará funcionando em paralelo (reserva), visando operar nos horários e períodos em que o fornecimento especial for interrompido.

Os valores de equilíbrio assim calculados expressam o limite com o consumo de energia elétrica, a partir do qual os dispêndios de investimento e operação com o equipamento eletrotérmico passariam a superar os do equipamento convencional, para um mesmo regime de funcionamento, ou seja, o uso de energia elétrica acima desse valor passaria a perder em competitividade relativamente aos insumos energéticos sucedâneos, deixando de ser atrativo para o consumidor.

Conjugando-se esses resultados com os percentuais de substituição tecnicamente viáveis, foi possível delinear a parcela do mercado potencial provável de ser atendida, para um determinado valor de tarifa.

Desta forma, foi montada a curva mostrada na Figura 1 que permitiu a escolha da tarifa adequada para as energias de substituição.

Potencial de Substituição Futura por Uso e por Região

Com base nos dados de consumo do óleo combustível, segundo a forma de uso, elaborados pelo Conselho Nacional do Petróleo e informações do Balanço Energético Nacional - 1984, foi feita uma estimativa do potencial de substituição desse combustível por eletricidade num horizonte de 10 anos.

Os valores encontrados e estimativos do mercado tecnicamente viável de substituição para o Brasil foram os constantes do Quadro 1.

A distribuição do mercado tecnicamente viável de substituição nas regiões elétricas do país é mostrada no Quadro 2.

Análise da Viabilidade de Oferta de Energia

Com base nas características do sistema elétrico brasileiro:

— Preponderantemente hidroelétrico com reservatórios de capacidade de regularização plurianual, de modo a garantir a produção de energia de forma contínua, através do armazenamento de água nos anos de vazões favoráveis, para sua utilização nos períodos secos;

— Interligação elétrica de bacias hidrográficas com regimes hidrológicos diferenciados, tanto em termos sazonais como em relação à seqüência de anos mais secos, levando a um aproveitamento mais extensivo das disponibilidades de geração de cada subsistema;

— Foram conceituadas as seguintes modalidades de energia elétrica a serem utilizadas nos fornecimentos necessários

ao "Programa de Substituição de Energéticos Importados por Eletricidade - Eletrotermia."

a. EF - Energia Firme

Energia elétrica disponível no Sistema Interligado, para atendimento aos consumidores, com fornecimento contínuo garantido, mesmo durante ocorrência de situações hidrológicas críticas pré-definidas.

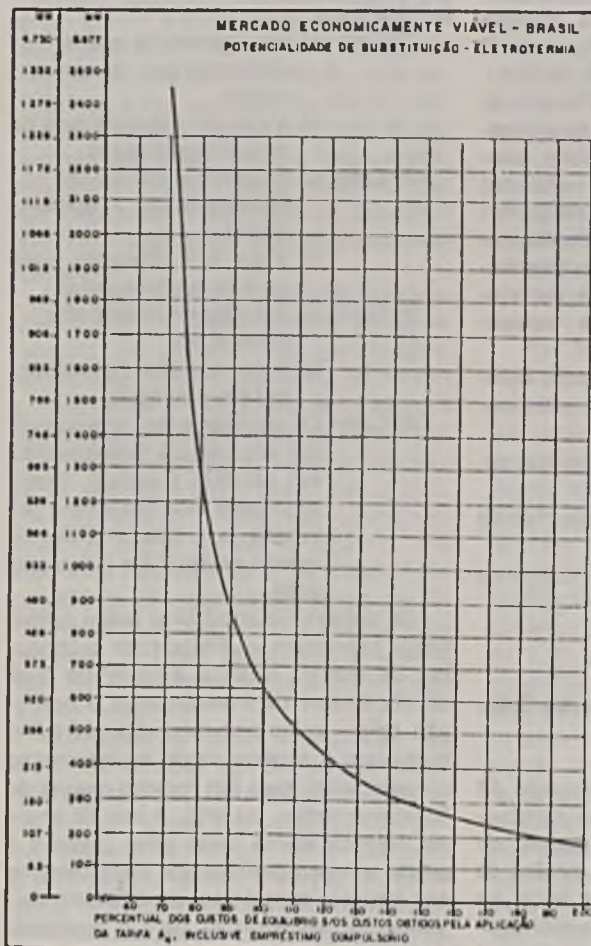
b. EFST - Energia Firme para Substituição

Energia Elétrica firme a ser fornecida, em caráter contínuo, mediante condições e critérios estabelecidos contratualmente, para viabilizar substituições tecnológico-energéticas de interesse nacional.

c. ETST - Energia Temporária para Substituição

Energia elétrica suplementar à energia firme, disponível no Sistema Interligado, em decorrência de condições hidrológicas favoráveis, a ser utilizada prioritariamente para viabilizar substituições energéticas de interesse nacional,

FIGURA 1



QUADRO 1

Setor	GV	AFT	FO	EM MW	
				SEU	Total
Mineração	3,9	-	-	-	3,9
Petroquímica-Minérios	23,5	-	-	-	23,5
Carvão	-	-	31,4	-	31,4
Cerâmica	23,1	-	384,1	14,2	431,4
Cimento	30,5	-	-	-	30,5
Vidro	11,7	-	329,8	6,5	348,0
Outros Minerais Não Metálicos	21,6	-	43,6	-	65,2
Metalúrgicos	52,0	-	137,2	4,3	193,5
Siderúrgicos	82,8	-	277,9	-	360,7
Metalurgia do Alumínio	114,5	-	341,9	0,2	456,6
Metalurgia do Zinco	12,1	-	3,5	-	15,6
Mecânica	6,7	-	8,9	-	15,6
Material Elétrico	22,8	-	10,2	0,2	33,2
Material de Transporte	57,0	-	5,4	0,9	63,3
Madeira	99,7	-	4,1	-	104,4
Papel e Celulosa	938,7	61,2	92,3	5,4	1097,6
Borracha	133,2	-	0,1	-	133,3
Couro	35,7	-	-	-	35,7
Química	3,3	-	-	-	3,3
Petroquímica	2721,5	-	-	-	2721,5
Produtos Farmacêuticos	31,0	-	-	-	31,0
Perfumaria	51,6	-	-	-	51,6
Produtos Materiais	-	-	-	-	-
Plástico	38,7	-	2,0	0,2	40,9
Têxtil	756,8	90,9	-	0,1	847,8
Vestuário e Confecções	51,9	-	-	-	51,9
Produtos Alimentares	775,8	-	9,3	51,4	836,5
Óleos Vegetais	194,0	-	-	13,6	207,6
Concentrados Alimentares	301,7	-	-	-	301,7
Bebidas	220,4	-	6,9	53,8	281,1
Fumo	24,7	-	-	-	24,7
Diversos	39,9	-	-	-	39,9
Total	6808,8	152,1	1658,6	155,4	8876,9
Fator de Carga	0,55	0,55	0,46	0,55	-
MW	3784,4	83,7	776,8	85,5	4730,4

Nota: GV - Geração de Vapor; AFT - Aquecimento Fluido Térmico; FO - Fornos; SEU - Secadores e outros.

QUADRO 2

Região	MW	MW	Participação%
Norte	360	192	4,0
Nordeste	540	277	6,0
Sudeste	6300	3357	70,0
Centro-Oeste	90	50	1,0
Sul	1710	911	19,0
Brasil	9000	4796	100,0

Notas: 1) Foi arredondado para 9.000 MW o mercado potencial de 8.876,9.
2) Foi considerado um fator de carga médio para o Brasil de 53,28%, independente das características de uso regional da energia, função do perfil do mercado industrial.

podendo ter o seu fornecimento interrompido por períodos e critérios estabelecidos contratualmente.

Critério de Avaliação das Disponibilidades de Energia

a. EFST — Energia Firme para Substituição

A avaliação das disponibilidades de energia, para atender o mercado de energia firme, consiste na determinação, para o Programa de Geração de Referência, da carga máxima que pode ser atendida a riscos pré-fixados. Logo, a partir de simulações dinâmicas do sistema, no período em estudo, pode-se determinar os valores máximos anuais de carga que pode ser atendida, para diferentes valores pré-fixados de probabilidade anual de déficit.

Essas disponibilidades assim calculadas são comparadas com os valores de mercado de energia firme, acrescidos dos valores previstos de Energia Garantida por Tempo Determinado — EGTD, nos anos de vigência dessa modalidade de energia. As diferenças indicam as sobras de energia que poderiam ser ofertadas para atendimento à eletrotermia.

b. ETST — Energia Temporária para Substituição

Sendo a ETST uma energia suplementar em relação à energia firme do sistema, a quantificação de sua oferta é feita em função do custo marginal de curto prazo (valor da água), ou seja, o acréscimo de custo decorrente da utilização de uma unidade de energia armazenada, calculado em função de um critério ótimo de operação, que minimize o custo total esperado da geração térmica e dos eventuais déficits de energia.

Poderá haver oferta de ETST sempre que seu preço unitário de venda seja superior ao custo marginal que esta energia teria caso não fosse desestocada dos reservatórios do sistema.

Para a determinação do montante de energia secundária, disponível para ser fornecida aos consumidores finais a títulos de ETST, são feitas simulações dinâmicas estocásticas do sistema, para o período em consideração.

A oferta de ETST deverá ser feita para o quadriênio subsequente ao ano em curso, sendo o seu fornecimento garantido por um número mínimo de meses, consecutivos ou não, calculados com base em uma determinada probabilidade pré-fixada. Para os anos contidos nesse quadriênio, o número mínimo de meses será definido sempre para o primeiro

ano, para o primeiro e segundo ano conjuntamente e para o primeiro, segundo e terceiro ano também conjuntamente.

Serão, também, fornecidas probabilidades de atendimento mensal para o primeiro ano, de forma que o consumidor tenha conhecimento de quais serão os meses desse ano de maior probabilidade de atendimento. Para os demais quadriênios dentro do período em estudo, os valores possíveis de serem atendidos serão somente indicativos, devendo as avaliações relativas ao período mínimo de meses garantidos serem objeto de estudos no ano anterior ao início do quadriênio.

Para tanto, são definidos montantes de carga adicional de ETST, a serem comercializados a preços pré-estabelecidos. Obtém-se, a partir das simulações mencionadas, quais os meses que essas cargas de ETST poderiam ser atendidas, levando-se em conta o seu preço e o custo marginal de curto prazo do sistema naquele mês. Estes números de meses são ordenados e compostos segundo uma curva de frequência que permite a obtenção da probabilidade de carga ser atendida em um determinado período considerado, de forma a estabelecer as garantias de atendimento definidas anteriormente.

Avaliação das Disponibilidades Energéticas

a. EFST — Energia Firme para Substituição

O resultado da avaliação da disponibilidade de EFST a um risco de déficit anual de 5%, em GWh/ano, é apresentado no Quadro 3.

b. ETST — Energia Temporária para Substituição

O resultado da avaliação de ETST com uma probabilidade de 90% de atendimento em GWh/mês, é mostrada no Quadro 4.

O número mínimo de meses em que o fornecimento de ETST é garantido é apresentado no Quadro 5.

A política formulada com vistas à substituição de energéticos importados por eletricidade teve como premissas básicas: ofertar energia disponível no sistema pelo seu valor econômico; fomentar a modernização das tecnologias dos processos industriais com a eliminação do uso de combustíveis fósseis importados em muitos processos industriais, atualmente em operação; possibilitar a utilização dos excedentes temporários de energia elétrica para viabilizar a implantação de sistemas bienergéticos.

Dentro dessa concepção, a estrutura montada oferece uma alternativa para os atuais consumidores de EGTD — Energia Garantida por Tempo Determinado, após o encerramento deste Programa em 31/12/86, e coloca à disposição dos consumidores aptos ao Programa de Substituição de Energéticos Importados por Eletricidade duas modalidades de energia: EFST e ETST.

Em caso de fornecimento de EFST — Energia Firme para Substituição são válidos todos os critérios, regras e procedimentos, inclusive a estrutura tarifária — convencional ou horo-sazonal —, usualmente utilizados para energia firme.

Já o fornecimento de ETST destina-

QUADRO 3 ETST (GWh/ano)

Ano	Região	
	S/SE/C. Oeste	N/NE
1985	2.200	0
1986	2.200	0
1987	3.000	350
1988	4.400	350
1989	4.400	350

QUADRO 4 ETST (GWh/mês)

Ano	Região	
	S/SE/C. Oeste	N/NE
1985	185	36
1986	185	36
1987	250	36
1988	365	36

QUADRO 5 ETST (meses)

Período	Região	
	S/SE/C. Oeste	N/NE
1985	5	0
1985/1986	11	0
1985/1986/1987	17	10
1985/1986/1987/1988	26	22

se fundamentalmente a consumidores que possam assumir compromissos contratuais relativos à garantia mínima de fornecimento para essa modalidade de energia.

Definidas as condições básicas para a oferta de EFST e ETST e conhecidos os respectivos valores econômicos, foram formuladas diversas alternativas de preços ao consumidor final, cada uma delas vinculada a um mercado economicamente viável conforme mostrado na Figura 1.

Para se definir o preço de EFST, levou-se em consideração ainda que:

- é necessária, para quebrar a resistência do consumidor à substituição dos combustíveis fósseis pela eletricidade, a oferta de EFST a um preço significativamente diferenciado, em mais de 10% em relação aos preços vigentes para energia firme;

- o consumidor que contratar a EFST estará efetuando uma substituição tecnológico-energética, portanto, sem a manutenção de equipamentos em reserva e, após o período de benefício, tornar-se-á um usuário cativo da eletricidade, na forma de energia firme;

- estrategicamente, o que mais interessa no País é substituir os combustíveis fósseis importados, nas aplicações em que a eletricidade ofereça mais vantagens do que as outras alternativas.

Assim, foi aprovada pelo Sr. Ministro das Minas e Energia a alternativa que estabelece um benefício de 20% no preço da EFST (tarifa + tributo) em relação ao da energia firme.

Com esse preço, o mercado previsto no período 1985/1989 é de 420 MW.

Observa-se que 420 MW representa a comercialização da oferta de EFST prevista para os anos de 1985, 1986, 1987. Para os anos 1988 e 1989, esta alternativa mostra-se insuficiente para viabilizar a oferta de EFST que está avaliada em 540 MW.

A comercialização da EFST, conforme proposto nos três primeiros anos, possibilitará que seja melhor avaliada a aceitação do programa, bem como indicará os ajustes necessários a serem efetuados, nos critérios e condições de fornecimento, para viabilizar a comercialização do montante disponível de EFST, de 540 MW nos anos de 1988 e 1989.

Finalmente, vale mencionar que os Programas de EGTD e o de Substituição de Energéticos Importados por Eletricidade — Eletrotermia, abriram a perspectiva de um mercado de energia elétrica adicional, capaz de representar uma receita, até 1989, de 180 milhões de

ORTNs, ou a valores de abril/85 de 6,15 trilhões de cruzeiros, além de proporcionarem uma substituição equivalente a 50.000 bep/d no fim dos Programas, que corresponde a uma economia de divisas diária da ordem de 1,5 milhões de dólares.