

SECÇÃO 3 — CONJUGAÇÃO DAS CENTRAIS TÉRMICAS E HÍDRICAS NA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DE ENERGIA ELÉCTRICA

ESTRUTURAS DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO EM CENTRAIS TÉRMICAS: RÉFLEXOS NA CONJUGAÇÃO DO PARQUE TÉRMICO

As diferenças de estrutura dos custos de produção de cada meio de geração de energia eléctrica, jogam um papel capital quando, na elaboração dum programa de extensão dum sistema electroprodutor, se tem de fazer o confronto desses meios visando a escolha da central marginal a integrar no sistema existente, que melhor satisfaça ao objectivo do programa de expansão.

Nesta nota, e sem abusar dos limites da extensão permitida, pretendem-se relacionar genericamente as diversas estruturas das centrais térmicas — convencionais e nucleares — com as hipóteses de trabalho escolhidas para o Colóquio (1). Para isso, fixa-se a atenção sobre as Hipóteses B1 e B2, sem que tal signifique necessariamente uma adesão ao critério ou critérios que possam ter levado a diferenciá-las das Hipóteses A1 e A2, mas tão somente porque as percentagens das potências convencionais e nucleares estão fortemente contrastadas naquelas hipóteses.

A estrutura do custo de produção da energia eléctrica, pode representar-se significativamente por dois pares de termos: um, que traduz a parcela ligada à despesa realizada até ao ano zero — custo de primeiro estabelecimento — e, outro, que representará a série de despesas ou encargos a suportar com a exploração e a conservação da central, nos anos subsequentes ao ano zero e durante a vida económica da central. Este segundo termo poderá ser desdobrado, por conveniência de exposição, em dois mais, o de despesas de combustível e o da soma das despesas restantes de exploração mais as despesas de conservação.

Dos três termos assim definidos, consideramos, com rigor bastante, que o das despesas de combustível é proporcional à produção, e que os dois outros são invariantes com a produção, portanto fixos.

No Quadro I traduzem-se essas diferenças nas estruturas dos custos de produção enunciadas, em valores relativos.

QUADRO I

Central	Custos* fixos		Custo* pro- porcional 10 ⁻² U/kWh
	de capital** U/kW/ano	de E & C U/kW/ano	
Hidráulica	1,3-1,7	~ 0,15	praticamente nulo
Nuclear, urânio natural	1,4	1,3	0,5
Nuclear, urânio enriquecido	1	1	1
Convencional, a vapor, fornalha a óleo	0,7	0,77	~ 2
Convencional, turbina de gás	0,3	~ 0,46	~ 3

* U em valores relativos: unidade arbitrária, custo da central nuclear de urânio enriquecido.

** Taxa de encargos fixos de 7 % ao ano.

São estas estruturas que nos interessa pôr em confronto com as Hipóteses B1 e B2 (componentes alternativas de um mesmo total térmico B).

Na fig. 1 representam-se gráficamente as contribuições de cada meio de produção — nuclear e térmico convencional — para o programa de extensão a satisfazer em termos de energia. Na fig. 2, traduz-se o programa de energia, em programa de potências a instalar, como hipótese secundária. As participações de potência entre os dois tipos de centrais térmicas estabelecidos pelo GNTE são «hipóteses de trabalho».

(1) Colóquio sobre o tema «Participação da produção termoeléctrica na satisfação das necessidades nacionais de energia eléctrica», Dados básicos, Notas IC-4 e IC-5.

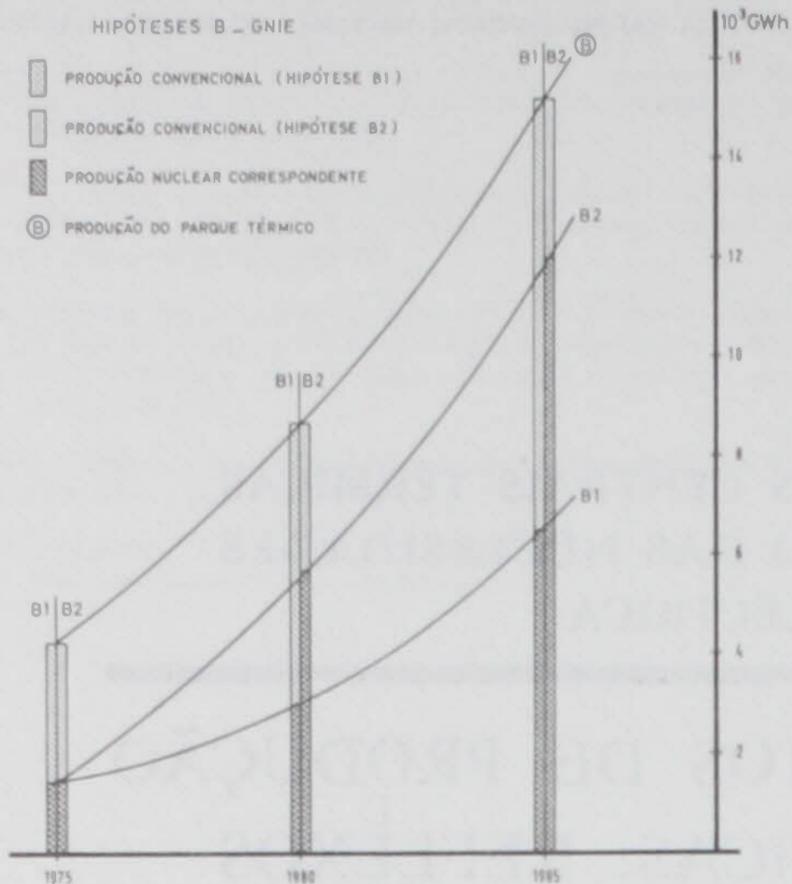


Fig. 1 — Produções das centrais nucleares, convencionais e globais térmicas

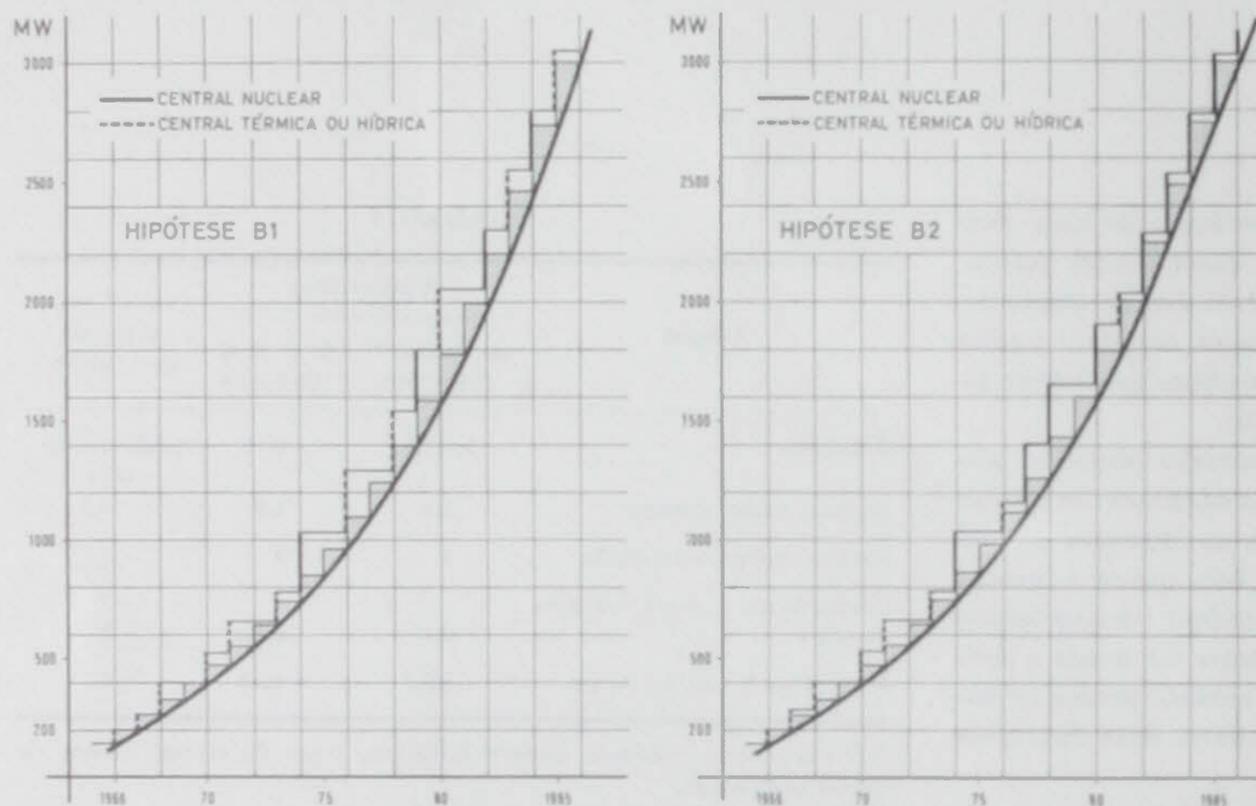


Fig. 2 — Hipótese interpretativa em termos de potência eléctrica bruta, do programa de energia da fig. 1

Sem perder de vista que de hipóteses de trabalho se trata, vamos, no entanto, assimilá-las a soluções alternativas de programação do sistema electroprodutor nacional no decénio 1975-1985.

Necessariamente que a este programa de investimentos corresponde obviamente um programa de exploração⁽²⁾, sem o conhecimento do qual não se pode proceder a um confronto imediato. Acontece, no entanto, não existir nas citadas Notas IC qualquer referência ao plano, critério ou critérios de exploração sobre que assentariam os programas de potências (de investimentos) das Hipóteses B1 e B2. Verifica-se, contudo, que na Nota IC-5 se indicam as utilizações

anuais que as potências programadas teriam, na hipótese da ocorrência de anos médios, assumindo valores que se representam na fig. 3.

Retomando a caracterização específica das estruturas dos custos de produção e observando que, em exploração, a entrada no diagrama se faz, dando a prioridade às centrais de menor encargo proporcional⁽³⁾, conclui-se do confronto que visamos, convir definir o critério de exploração que explique:

- 1.º) Na Hipótese B1, um aumento progressivo da utilização das centrais convencionais num ritmo idêntico ao verificado para as centrais nucleares;
- 2.º) um aumento, para mais tão acentuado, da utilização do parque térmico ao longo do decénio 1975-1985.

Do ponto de vista económico, o confronto das Hipóteses B1 e B2 frente às diferenças estruturais assinaladas, terá em consideração elementos de definição do contexto só relativamente ao qual os resultados terão o seu pleno significado: taxa de actualização financeira, investimentos específicos, custos específicos de exploração, etc.

É patente o interesse de fazer a comparação por meio dum método que pondere no tempo as receitas e as despesas diferidas relativamente à época da despesa inicial, no seu confronto com o custo de primeiro estabelecimento. Para efeitos do cálculo, tomou-se a taxa de actualização financeira de 8%, valor médio entre os indicados na Nota IC-4. Por outro lado, e na limitação de não terem sido fixados os elementos em falta na expressão⁽⁴⁾

$$\sum_{i=1}^n E_i (1+i)^{-i} \quad (1)$$

estabeleceu-se uma hipótese que se considera razoável para

$$\sum_{i=1}^n u_i (1+i)^{-i}$$

implícito no termo E_i : evolução da utilização u_i , limitada inferiormente a 3000 h/ano e superiormente a 7000 h/ano, com $i = 0,08$ e suposta uma sequência de n anos, com $n = 25$, para a central nuclear; 1000 h/ano e 5200 h/ano, para a central convencional, com $i = 0,08$ e $n = 25$ anos.

No que se refere aos restantes elementos de definição do contexto, não se aceitaram os valores declarados, não tanto pelos desvios em si, como pelo facto de que parecem apresentar-se com uma divergência de critérios de avaliação. No Quadro II indicam-se ao lado dos valores dados pelas Notas IC-4 e IC-5, os valores que se tomarão neste trabalho.

Os resultados obtidos dentro destes pressupostos, estão representados nas figs. 4 e 5.

Nestas figuras faz-se a representação do custo de produção p ⁽⁵⁾, em função da utilização, calculado a partir da expressão

(2) A definição dum programa de investimento pressupõe conhecer-se o programa de exploração ligado.

(3) que, portanto, terão utilizações superiores às das centrais de maior encargo proporcional.

(4) GNIE, Nota IC-4, pág. 6.

(5) Este custo p , não pode ser identificado a um valor de tarifa, por o condicionamento expresso pelo Quadro II não ter a extensão suficiente que possa englobar o conceito no âmbito da legislação em vigor para as concessões.

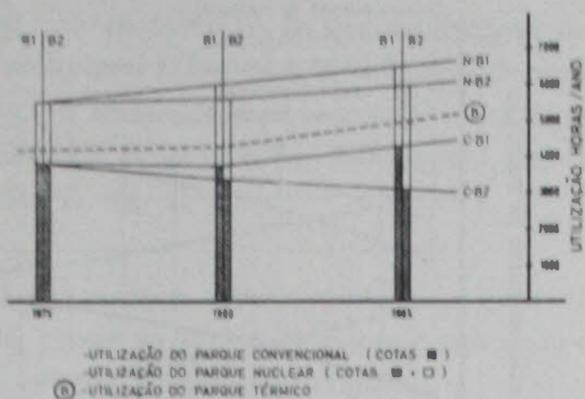


Fig. 3 — Utilizações sobre a potência instalada bruta

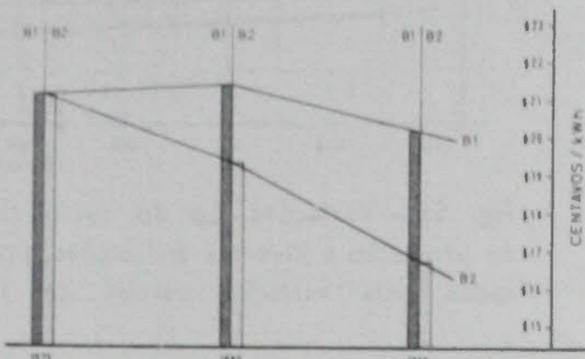


Fig. 4 — Evolução do custo médio de produção do parque térmico nas Hipóteses B1 e B2

$$P \times u \times p = \sum E \quad (2)$$

sendo $\sum E$ o somatório de todos os encargos anuais médios da central.

A fig. 4 mostra a evolução do custo médio de produção, mas ponderado para o parque térmico: a Hipótese B2, de maior participação nuclear, é a que conduz a custos de produção mais baixos.

A fig. 5 mostra a variação dos custos p , para centrais nucleares e convencionais, em função da utilização média anual, sendo completada com a fig. 5-a que indica a variação que sofre o custo p , a cada nível de utilização, para uma variação constante de 10% introduzida em cada um dos factores de custo: capital, combustível, despesas de exploração e conservação.

Dentro das hipóteses acima fixadas relativas à evolução de u_i , durante os n anos, representa-se na fig. 5 o valor p' do custo de produção médio utilizado para a vida de cada central, calculado por

$$p' \times \sum_{i=1}^n P \times u_i \times (1+t)^{-i} = \sum_{i=1}^n E_i (1+t)^{-i} \quad (3)$$

sendo, como referido, E_i os encargos efectivos em cada ano, e $t = 0,08$ a taxa de actualização.

QUADRO II

Ref.*	Designação	Unidade	Comunicação	GNIE
A	Potência eléctrica bruta das centrais:			
A.1	— Nuclear	MW	—	250
A.2	— Convencional, Hip. B1 e B2	MW	—	250
A.3	— Convencional, Hip. B2	MW	—	125
B	Potência eléctrica líquida das centrais:			
B.1	— Nuclear	MW	235	—
B.2	— Convencional, Hip. B1 e B2	MW	235	—
B.3	— Convencional, Hip. B2	MW	117	—
C	Investimentos específicos:			
C.1	— Centrais nucleares	ESC/kW	6700	7000
C.2	— Centrais convencionais 235/250 MW	"	4600	4100
C.3	— Centrais convencionais 117/125 MW	"	4000	4500
D	Custos de combustível:			
D.1	— Nuclear	cent/kWh	6*	6,5
D.2	— Convencional**, CIF Lisboa, ano: 1975	\$/t	17,7	15,5/19,9
D.3	1980	"	19,3	16,5/22
D.4	1985	"	20,8	?
D.5	— Suplemento para transporte até à central	"	3	?
E	Encargos de exploração e conservação:			
E.1	— Centrais nucleares	contos/ano	31 000	0,0145A + 0,1B§
E.2	— Centrais convencionais 235/250 MW	"	24 000	
E.3	— Centrais convencionais 117/125 MW	"	16 000	0,006A + 0,25B§
F	Consumo de combustível			
F.1	— Nuclear: Taxa de queima	MWd/t U	16 500	?
F.2	Rendimento global da central	%	30	?
F.3	— Óleo combustível: Consumo específico prático	kCal/kWh	2350	?
F.4	Poder calorífico do óleo	kCal/kg	10 240	9700
F.5	Encargo anual	contos/GWh	(P. C. S.)	(P. C. I.)
G	Diversos:			
G.1	— Taxa de actualização	%	8	6-10
G.2	— Vida económica dos empreendimentos	anos	25	?
G.3	— Taxa de encargos fixos de capital	%	7	?

* 6931\$00 ESC/t U contido.

** Segundo a Nota 1C-4, GNIE.

§ Onde é: A, custo correspondente de 1.º estabelecimento; B, encargo correspondente de combustível.

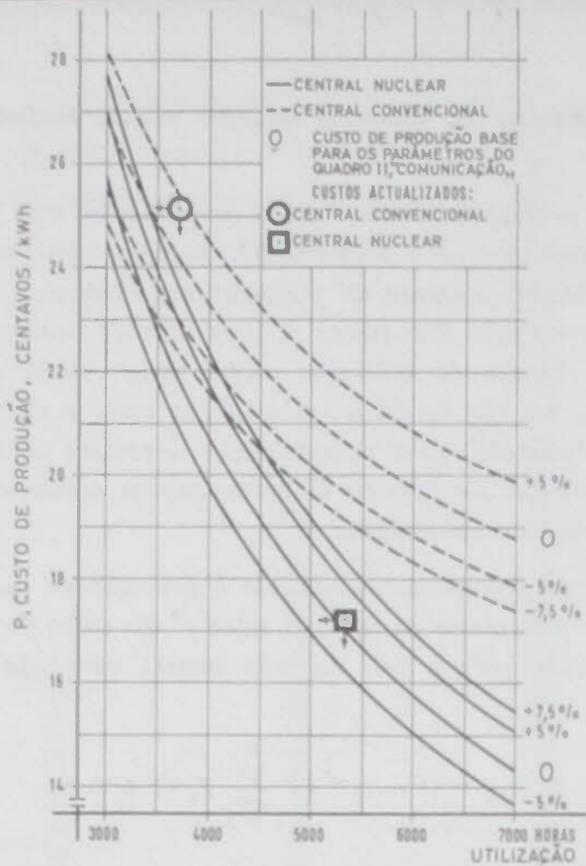


Fig. 5 — Custo da produção para diversas utilizações

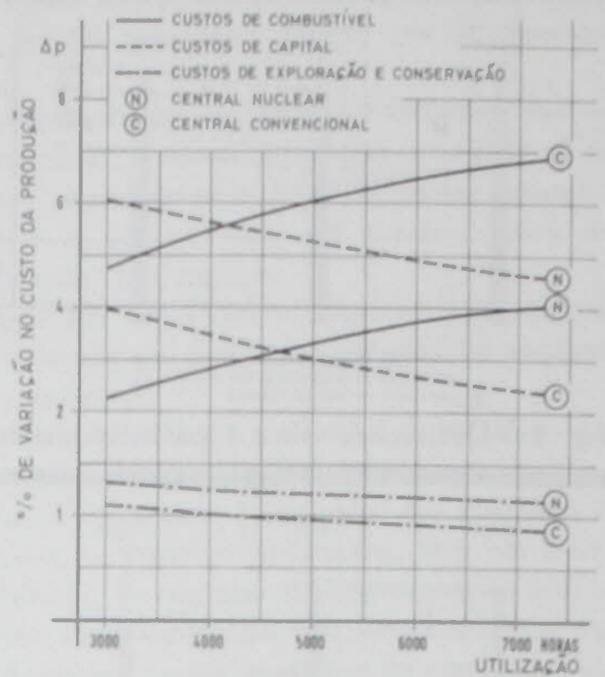


Fig. 5a — Variações Δp do custo global de produção a diversas utilizações, provocadas pela variação parcial de 10%

Dentro das hipóteses estabelecidas, p' é definido para os dois tipos de centrais térmicas e no gráfico da fig. 5, pelos dois pares de valores:

central nuclear: $u = 5293$ h;
 $p' = 17,4$ cent/kWh
 central convencional: $u = 3684$ h;
 $p' = 25,1$ cent/kWh

sendo as utilizações u as do ano tipo, isto é, do ano que iguala a média ponderada da série das utilizações actualizadas à taxa de 8%.

Disto se conclui que, dentro do contexto definido, uma programação da tendência B2 será mais vantajosa do que uma programação da feição B1, para o efeito de se dispor dum custo de produção mais baixo, com maior rendabilidade dos capitais investidos. Sem esquecer que na década 1975-1985, o sistema electroprodutor nacional é predominantemente hídrico e, portanto, que só um tratamento global de programação que faça intervir a aleatoriedade do contexto, nos poderá dar uma resposta de rigor, pode, no entanto, concluir-se por agora:

I — Dentro dum critério de exploração do sistema como definido esquematicamente na fig. 6 (6), e

(6) «Primeira definição dum condicionamento para o estudo de integração de centrais nucleares na rede nacional cerca de 1975», REP-0, Estudo EM-Est. 06, da autoria do Eng. J. M. DE QUADROS E COSTA.

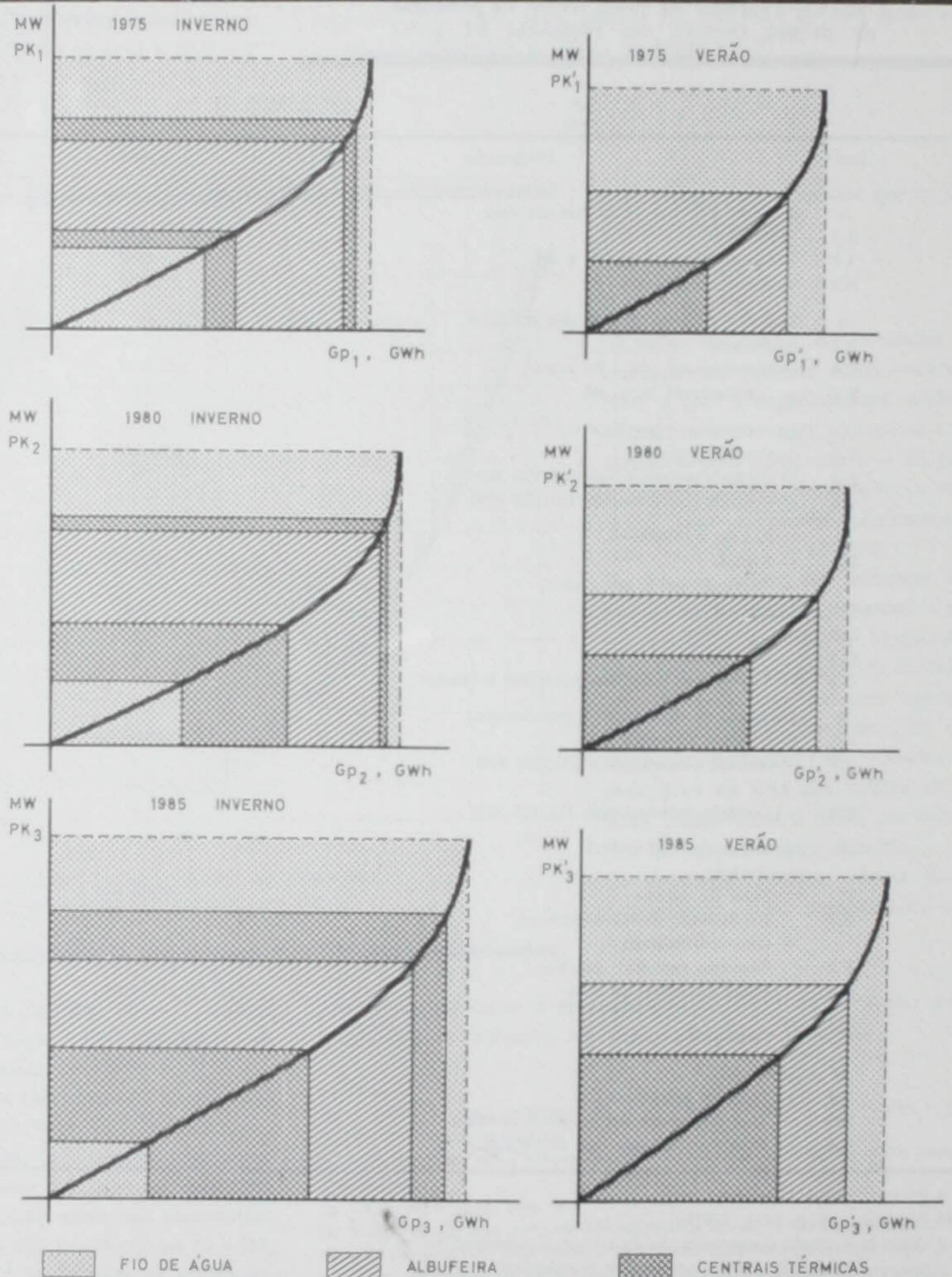


Fig. 6 — Hipótese de critério de exploração de diversos tipos de centrais

que na sua expressão qualitativa parece ser o que conduz ao menor custo de produção do sistema electroprodutor nacional, as utilizações a prever para as centrais nucleares na década 1975-1985, em termos de esperança matemática e na hipótese duma sequência de anos médios hidrológicos, serão superiores às inscritas na fig. 2;

II — A partição da potência térmica convencional/nuclear na década 1975-1985, parece ser dentro do contexto energético-económico definido, de forte preponderância nuclear.

Terminando, exprime-se a esperança de ver o Colóquio tratar o problema esboçado, na sua forma completa, tomando em conta as implicações imediatas e futuras da diferenciação da estrutura de custos de produção dos diversos meios de geração susceptíveis de serem integrados no sistema — na sua expressão específica, estática; na sua expressão dinâmica, evolutiva — e, no sentido de bem conjugar a complementaridade que cada meio tem, dentro dum sistema produtor harmonioso, bem concebido e bem passado à execução.

ABÍLIO AUGUSTO FERNANDES
Engenheiro Electrotécnico (U. P.)