

NOTA DO AUTOR

Este trabalho está sendo publicado em caráter preliminar, para efeito de discussão interna, no IPEA. O autor se responsabiliza pelo texto e agradecerá qualquer crítica ao conteúdo do mesmo.

Deseja o autor agradecer também as valiosas sugestões recebidas dos colegas Dr. Albert Fishlow, Dr. Mário Lannes Cunha, Dr. Luiz Octávio Souza e Silva e Dr. Adolpho Wasserman, bem como a colaboração da secretária do Setor, D. Cecília Valente Tenreiro Aranha e da estagiária, D. Marília Menezes.

Agosto de 1968

a) PIETRO ERBER

REMUNERAÇÃO DO CAPITAL E REINVESTIMENTO NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

A indústria de energia elétrica, sobretudo aquela de origem hidráulica, é eminentemente capital-intensiva. Assim, o custo da energia elétrica depende, estreitamente, do custo do capital aplicado pelo Setor. Êste se reflete diretamente num dos componentes da tarifa, a remuneração do capital. A finalidade desta é, ao mesmo tempo, garantir a obtenção e o ressarcimento de financiamentos, atrair novos investimentos e gerar recursos para reinvestimento.

Êste trabalho procura, num plano teórico e simplificado, relacionar algébricamente os investimentos global e incremental, o ritmo de crescimento do Setor e o custo de capital. Mediante a aplicação de valores observados, procura também determinar a ordem de grandeza dessas relações e analisar a situação atual. Basicamente, é uma tentativa de relacionar o investimento existente no Setor com os recursos adicionais que êste necessita, anualmente.

Considera-se a hipótese em que os recursos levantados pelo Setor, quer por via tarifária, quer por novos financiamentos e investimentos, são apenas suficientes para amortizar financiamentos passados e atender aos requisitos de aumento de investimento. Portanto, exclui-se a distribuição de dividendos. Na prática, esta pode ser desprezada, em se tratando do setor público, uma vez que os dividendos são reinvestidos em sua quase totalidade. O mesmo não se dá, entretanto, no setor privado. Contudo, o modelo teórico apresentado a seguir não considera essa possibilidade, uma vez que visa somente à definição do nível mínimo. Embora tal hipótese se apresente em contradição aparente com a possibilidade de atrair novos investimentos, vale a pena lembrar que, além da expansão do capital devida ao reinvestimento, o Setor oferece atrativos típicos de seu caráter infra-estrutural. As vantagens indiretas decorrentes da garantia de serviços adequados pode atrair tanto o capital público quanto o privado, mesmo sem perspectivas de lucro vultoso ou imediato. Sobretudo o consumidor industrial poderá encontrar vantagem em contribuir para a expansão e melhoria do Setor, uma vez que o serviço passará a ser prestado com maior eficiência e, portanto, com menor custo real. Em outros termos, o valor capitalizado dos benefícios assim auferidos tende a ser maior do que sua contribuição ao esforço geral de investimento.

Atualmente, parte dos recursos aplicados no Setor são arrecadados por via tarifária. Um dos pontos abordados é o do grau de

ex. 3

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO
INSTITUTO DE PESQUISA
ECONÔMICO-SOCIAL APLICADA
(IPEA)
F N.º 2967
Data 15 / 10 / 68

auto-suficiência atual e de como repercutiria a auto-suficiência total, isto é, da totalidade dos recursos ser levantada por via tarifária.

Antes de discutir, no contexto atual do Setor Energético, as vantagens relativas de se investir capital próprio ou de terceiros, vamos apresentar um modelo simplificado, o qual facilitará a análise. Vamos partir da hipótese de que o Setor apresenta taxa de crescimento constante, bem como os outros parâmetros. Vamos então comparar o investimento acumulado no Setor com o incremento anual, lembrando que, sendo, por hipótese, o primeiro uma função exponencial, o segundo também o será, apresentando a mesma taxa incremental. Esta taxa incremental refere-se apenas ao investimento e não ao consumo. Embora a longo prazo investimento e consumo devam apresentar taxas semelhantes, durante períodos relativamente curtos as respectivas taxas podem ser bem diferentes, tal como está acontecendo agora, conforme se demonstrará a seguir.

Uma simplificação adicional foi admitida, ao se ignorar os efeitos na atenuação da taxa incremental do investimento devida a redução dos custos decorrentes de economias de escala, aperfeiçoamentos técnicos levando a maior rendimentos dos equipamentos, etc. Em todo caso, tal simplificação não afeta diretamente este trabalho, uma vez que não houve preocupação em relacionar diretamente o investimento com a demanda, partindo-se diretamente para o estudo da evolução do primeiro.

Na definição do investimento Y_N , no início do ano N , vamos tomar todos os investimentos I_n realizados até aquele ano, deduzindo desta soma a depreciação e aqueles investimentos, realizados nos anos mais recentes, que ainda não maturaram, isto é, que correspondem a obras que ainda não entraram em operação, e, portanto, não são remuneráveis. O período de maturação varia segundo se trate de usinas de origem hidráulica ou térmica, de linhas de transmissão ou circuitos de distribuição. No contexto algébrico que se apresentará a seguir, conta apenas o tempo de maturação física, pois é durante este que se capitalizam os juros, designados por j_c . De um ponto de vista mais amplo, a maturação econômica de certos projetos, notadamente de algumas grandes usinas hidrelétricas, pode ser bem superior à maturação física, resultando um aumento de custo real.

São os seguintes os parâmetros e variáveis considerados:

- i - taxa de crescimento da despesa de capital I_N
- j - taxa de juros do mercado
- j_c - taxa de juros durante a construção
- θ - período de maturação do investimento
- d - taxa de depreciação (linear)
- v - vida média ($v = d^{-1}$)
- c - período de carência dos financiamentos
- a - período de amortização dos financiamentos (exclusive carência)

A soma dos investimentos depreciados, computada no início do ano N, ao qual se refere I_N , é expressada algebricamente por:

$$\sum_{n=0}^{v-1} I_{(N-1-n)} \cdot (1-nd) = I_N \cdot \frac{1}{i} \left[1 - \frac{d}{i} \cdot \frac{(1+i)^{v-1}}{(1+i)^v} \right] \quad (1)$$

Lembra-se que o investimento n anos antes do ano N foi $I_N \cdot (1-i)^{-n}$ e que o investimento I_N ainda não foi computado, por se estar no início do ano N.

Do montante representado pela expressão acima, deve-se deduzir uma parcela referente aos investimentos ainda não maturados. Supõe-se que, sendo θ o período de maturação, $1/\theta$ do investimento em cada ano matura no fim do mesmo, $1/\theta$ no fim do ano seguinte, e assim por diante.

Esta parcela representa-se da seguinte maneira:

$$\sum_1^{\theta-1} I_{(N-n)} \cdot \frac{\theta-n}{\theta} = I_N \cdot \frac{1}{i} \cdot \left[1 + \frac{1}{i\theta(1+i)^{\theta-1}} - \frac{1+i}{i\theta} \right] \quad (2)$$

Deve-se, finalmente, acrescentar a depreciação referente ao montante acima (2), o qual, por ainda não ter maturado, não pode ser depreciado. Na expressão (1), contudo, estas parcelas referentes à depreciação haviam sido descontadas. Serão agora compensadas.

A parcela a repor é:

$$\sum_1^{\theta-1} I_{(N-n)} \cdot \frac{\theta-n}{\theta} \cdot d(n-1) = I_N \cdot \frac{d}{i^2} \cdot \left[\frac{(1+i)^{\theta-1} + 1}{(1+i)^{\theta-1}} + \frac{2-2(1+i)^\theta}{\theta i(1+i)^{\theta-1}} \right] \quad (3)$$

O investimento remunerável é a soma destas três parcelas ampliadas pelos juros durante a construção, computados à taxa j_c .

Para um ano qualquer o investimento I_N , juros, e é maturável em θ anos, deverá ser acrescido a expressão derivada a seguir:

Como $1/\theta$ do valor de I_N que matura no final a $(I_N/\theta) \cdot (1+j_c)^n$, o investimento I_N será incrementado a seguir:

$$\sum_{n=1}^{\theta} \frac{I_N}{\theta} (1+j_c)^n = I_N \cdot \frac{(1+j_c)}{\theta} \cdot \frac{(1+j_c)^{\theta} - 1}{j_c}$$

O investimento remunerável será, finalmente

$$Y_N = I_N \cdot \frac{(1+j_c)}{\theta} \cdot \frac{(1+j_c)^{\theta} - 1}{i^2 \cdot j_c} \cdot \left[\frac{(1+i)^{\theta} - 1}{\theta \cdot (1+i)^{\theta-1}} \cdot (1 - \frac{2d}{i}) \right]$$

Para o caso particular em que $\theta=1$, a expressão simplifica-se, reassumindo a forma (1):

$$Y_{\theta=1} = I_N \cdot (1+j_c) \cdot \frac{1}{i} \left[1 - \frac{d}{i} \cdot \frac{(1+i)^V - 1}{(1+i)^V} \right]$$

A expressão (5) pode ainda ser simplificada

$$Y_N = I_N \cdot \frac{(1+j_c)}{\theta^2} \cdot \frac{(1+j_c)^{\theta} - 1}{i^2 \cdot j_c} \cdot \left\{ (1+i) \cdot \left[1 - (1+i)^{-\theta} \right] \cdot (1 - \frac{2d}{i}) + d\theta \right\}$$

e portanto:

$$7) I_N = Y_N \cdot \frac{\theta^2 \cdot i^2 \cdot j_c}{(1+j_c)^{\theta+1} - (1+j_c)} \cdot \frac{1}{\left\{ (1+i) \cdot (1 - \frac{2d}{i}) \cdot \left[1 - (1+i)^{-\theta} \right] \right\}}$$

no caso de $2d=i$ e V ser suficientemente grande, desprezando e

$$I_N = Y_N \cdot \frac{\theta \cdot i^2 \cdot j_c \cdot (1+i)^{2-\theta}}{d \left[(1+j_c)^{\theta+1} - (1+j_c) \right]}$$

Considerando a taxa incremental de 9% ao ano, que pode ser considerada razoavelmente representativa, apresentamos abaixo os valores de (7) para diferentes valores do período de maturação, θ , dos juros capitalizados durante este período, j_c , e da depreciação, d .

RELAÇÃO PERCENTUAL I_N/Y_N

$j_c \backslash \theta$	1	3	5	d
6%	12,28	13,20	13,93	3%
10%	11,94	12,22	12,48	3%
6%	13,90	15,19	16,20	4%
10%	13,50	14,14	14,52	4%
6%	15,60	17,22	18,90	5%
10%	15,15	16,00	16,90	5%

Observa-se que, para $i=9\%$, o valor da expressão (7) varia de 11,94% a 18,90%. A variação é de 22,7% em torno da média, 15,42%. Pode-se observar que a variação é menor para $j_c=10\%$ e que, para valores mais baixos da depreciação, a expressão (7) é menos sensível à variação de θ . Por outro lado, para valores baixos de θ a mesma expressão é mais sensível à variação da depreciação e, em menor grau, menos sensível à variação da taxa de capitalização j_c .

Se nos basearmos na estrutura de investimento, com 40% de participação da geração, 30% de transmissão e 30% da distribuição, com períodos de maturação de 5, 2 e 1 anos, respectivamente, o valor médio de θ será, aproximadamente, 3.

Também se verifica, na tabela acima, que os valores de (7), resultantes da adoção desse valor para θ , são valores médios. Assim, as tabelas que apresentam o valor de (7) para i variando de 1% a 12%, foram calculadas para $\theta=3$.

Nas tabelas anexas aparece o valor de I_N em termos percentuais de Y_N , para a taxa incremental i variando de 1% a 12%, para depreciações lineares às taxas de 3, 4 e 5% ao ano e juros de 6% e 10% ao ano, com $\theta=3$. Verifica-se (ver também gráfico anexo) que, para a taxa de 4% de depreciação e taxa de crescimento em torno de 9%, o investimento anual é da ordem de 15% do investimento remunerável. Esta pode ser considerada uma condição média.

O investimento pode ser realizado, teoricamente, somente a partir de recursos próprios. Se não se considera aporte de recursos

externos em relação ao Setor, os valores acima deverão corresponder à remuneração e à depreciação do capital Y_N , em conjunto. Por outro lado, os recursos podem provir, parcial ou totalmente, de financiamentos. No caso de o investimento anual I_n ser sempre totalmente financiado, o Setor deverá desembolsar, anualmente, uma parcela D_n , correspondente às amortizações e juros dos financiamentos recebidos no passado.

O período de carência médio é designado por B , que resulta da combinação do período de carência verdadeiro, c anos após terminada a construção, com o período de construção θ . Então $B = c + \frac{\theta - 1}{2}$

Considerando o desembolso D como soma de amortizações e juros, tem-se, com (Fa, j) igual ao fator de amortização de capital $\frac{j(1+j)^a}{(1+j)^{a-1}}$

então, $D = \sum_{N-(B+1)}^{N-(B+a)} I_n \cdot (Fa, j) + j \cdot \sum_{N-B}^{N-1} I_n$ (6) e, simplifican-

do, $D = I_N \cdot \frac{j}{i} \cdot \left\{ 1 - (1+i)^{-B} \cdot \left[1 - \frac{1-(1+i)^{-a}}{1-(1+j)^{-a}} \right] \right\}$ (9)

Examinando a expressão (9) e adotando valores particulares para i e j , nota-se que, quando $i=j$ a expressão torna-se igual à unidade, ficando $D_N = I_N$. Nestas condições o desembolso com financiamento é igual ao da hipótese anterior, sem financiamento. Quanto maior for j em relação a i , maior será D_N em relação a I_N . Ainda, pelo exame da mesma expressão para valores de j próximo a i , conclui-se que ela será sempre superior à unidade desde que $j > i$. Como esta é a condição real mais freqüente, o investimento financiado não é interessante, em princípio, para o Setor como um todo.

No caso particular de B ser nulo (pequenos projetos com breve período de maturação, financiados sem carência) a expressão (9) re-
dundaria na seguinte:

$$D_N = I_N \cdot \frac{j}{i} \cdot \frac{1-(1-i)^{-a}}{1-(1-j)^{-a}} \quad (10) \text{ na qual, se } j > i, \text{ o pri-}$$

meiro fator será >1 e o segundo, como $(1-i)^{-a} > (1-j)^{-a}$, será <1 . Assim mesmo, o ponto de equilíbrio só será alcançado quando $j=1$.

Na tabela anexa apresenta-se D_n em função de I_n , para i variando de 1% a 12%, para taxa de juros de 6%, 10% e 12%, com B igual a 2, que subentende $\theta=3$ e $c=1$.

Em suma, o desembolso D_n varia de 1,5 a 0,9 vezes o I_n correspondente, quando a taxa de juros é 10%, para valores de taxa incremental i variando entre 3% e 12%, respectivamente. Daí a óbvia vanta

gem, para o Setor como um todo, em operar com recursos próprios quando a taxa de crescimento de seu investimento fôr relativamente baixa.

Como, na prática, o investimento é realizado parte à base de financiamentos, parte de reinvestimento ou chamadas de capital, há sempre amortizações e juros a serem pagos pelo Setor.

No caso de haver combinação de fontes de recursos, o desembolso total mantém-se, em função daquela, em algum ponto entre os valores apresentados para D_n e a unidade, tomando por termo de comparação I_n . Porém se a composição é alterada, a repercussão no desembolso total do Setor pode sofrer grandes modificações. Por exemplo, considere-se o exemplo acima, com $i=9\%$, $d=4\%$ em que $I_n = 0,15 Y_n$. Suponhamos que a participação do capital de terceiros fôsse 60% na formação de I_n e a taxa de juros 12%. $D_n = 1,16 I_n$. O desembolso anual é $0,4 I_n + 0,6 D_n = 1,1 I_n$. Com uma redução da participação dos financiamentos para 30%, a curto prazo o novo desembolso seria, aproximadamente, $0,7 I_n + 0,6 D_n = 1,4 I_n$ ou seja, o aumento da participação do capital próprio superpõe-se à amortização dos financiamentos passados. Nesse caso, o aumento do desembolso é da ordem de 30%, passando então para cerca de 21% de Y_n .

O desembolso D_n , tal como definido acima, não inclui a remuneração do capital próprio das emprêsas, uma vez amortizados os financiamentos recebidos. Esta parcela adicional aumentaria a carga tarifária, o que não é desejável. Porém para valores elevados de i verifica-se D_n menor do que I_n . Mantendo as tarifas a um nível correspondente a I_n seria então possível cobrir D_n e ainda sobriam recursos para distribuição de dividendos ou investimentos adicionais.

Análise da situação atual:

No período de 1968 a 1970 o investimento a ser realizado no Setor será da ordem de NCr\$ 2.000 milhões, em média, por ano. Os recursos operacionais líquidos disponíveis serão da ordem de 550 milhões anuais, ou seja, cerca de 27,5% do investimento. Por outro lado, a tarifa média pode ser estimada em NCr\$ 0,06/kwh. Dêstes, aproximadamente 40% destinam-se a despesa de operação, restando NCr\$0,036/kwh para cobrir os custos de capital. Se a energia vendida fôr da ordem de 28TWH, o resultado será NCr\$ 1.000 milhões, supondo a energia vendida como 87% da energia consumida. Daí se conclui que pelo menos cerca de NCr\$ 450 milhões serão devolvidos às respectivas fontes financiadoras e/ou distribuídos a título de dividendos.

Vamos apresentar uma estimativa aproximada do valor do investimento remunerável. Admitindo um investimento médio de US\$450 por

KW instalado, incluindo geração, transmissão e distribuição; admitindo uma taxa de NCr\$ 3,8/US\$; admite-se uma taxa de depreciação média de 4% e que o investimento nos últimos 25 anos corresponde àquele de cerca de 6,7 milhões de KW, uma vez que o potencial instalado em 1942 era 1,3 milhões de KW e no fim de 1967 eleva-se a pouco mais de 8 milhões de KW (várias instalações anteriores a 1943 continuam em uso, embora devam estar totalmente depreciadas). Descontada a depreciação, a relação entre o investimento líquido e aquele resultante da soma dos investimentos anuais será dada por:

$$\frac{1}{1-(1+i)^{-v}} - \frac{d}{i} \quad (11)$$

Para $d=4\%$ e $i=8\%$, a relação acima vale 0,67; para $i=7\%$, vale 0,65. Para $d=3\%$ e $i=8\%$, o resultado será 0,70; para $i=7\%$, será 0,69.

Como a depreciação foi computada, por muito tempo, sobre o custo histórico, a depreciação efetiva foi bem inferior ao valor máximo permitido, 5%. Assumiu-se, então, um valor próximo a 4%, para i compreendido entre 7% e 8%, como se verifica pelo exame da série histórica da evolução do potencial instalado. Seja o valor da relação, então, 0,68. O valor do investimento será então de NCr\$ 7,8 bilhões, ou, mais aproximadamente, NCr\$ 8 bilhões, considerando os elementos adicionais que formam o investimento remunerável, somando perto de 3%.

Em base àquele valor do investimento remunerável, a carga de capital que grava sobre as tarifas seria então de 12,5%, uma vez que foi estimada em cerca de NCr\$ 1 bilhão.

Chegamos, assim, a um valor do investimento remunerável, para o Setor como um todo; estimamos antes o resultado da operação do mesmo, visando cobrir os custos fixos. A relação entre êsses dois valores, para condições de depreciação próximas às efetivas, em termos de cobrança, e para taxas de crescimento próximas às reais, é de 12,5%, aproximadamente. Se fôsse igual ao valor máximo, de 18%, teríamos um resultado operacional superior a NCr\$ 1.000 milhões, o que implicaria em distribuição de dividendos e, sobretudo, pagamento de amortizações bem superior ao que se verifica na prática, uma vez que o saldo reinvestido não ultrapassa os NCr\$550 milhões. Por outro lado, se os NCr\$ 1.000 milhões correspondessem a 18% do investimento remunerável, êste seria da ordem de NCr\$ 5.600 milhões, em vez de NCr\$ 8.000 milhões, o que não é admissível, por ser muito baixo.

Na estimativa da remuneração do setor, deve-se levar em conta o fato de a correção monetária ser realizada anualmente. Se a inflação apresentar uma taxa da ordem de 20%, a redução na remuneração será aproximadamente, de 10%. A arrecadação máxima será, então, da ordem de 16%. Mesmo assim, o valor encontrado acima, de 12,5%, ainda é baixo, repre

sentando 78% do valor máximo. Para explicar êste valor podem-se alinhar as seguintes hipóteses:

- a) O valor encontrado de 12,5% está subestimado, devido a um êrro considerável na estimativa do investimento remunerável, obtido de maneira simplista e aproximada. Seria interessante levantar aquêle valor, tarefa esta que está sendo executada, parcialmente, pelas comissões de tombamento.
- b) Algumas emprêsas ainda não reavaliaram, totalmente, seus ativos e, conseqüentemente, não auferem a remuneração máxima de seus investimentos. Também é possível que algumas emprêsas, embora tenham corrigido o valor de seus ativos, tenham despesas operativas elevadas e seu mercado não suporte o valor que suas tarifas alcançariam se alíquotas máximas fôsem cobradas. O resultado é o mesmo, com óbvio prejuízo para sua capacidade de expansão.

Concluindo estas observações sôbre o nível real da remuneração, o que vale a pena enfatizar é o fato de ela ser inferior à real. Aliás, tôda a análise aqui apresentada não tem pretensão de indicar valores exatos mas apenas as ordens de grandeza dos objetos de estudo.

Comparando o valor estimado para Y_N , isto é, NCr\$ 8.000 milhões, com o I_N atual, da ordem de NCr\$ 2.000 milhões, vemos que a relação é de 25%. Com $\theta=3$, $d=4\%$ e $j_c=6\%$, verifica-se que essa taxa corresponde a uma expansão à taxa de 19% ao ano, aproximadamente. Com $j_c=10\%$, a taxa equivalente seria 20%, aproximadamente. Com $\theta=5$, entretanto, a taxa incremental correspondente a 25% é de 16%, aproximadamente, com $j_c=10\%$ e pouco mais de 15% com $j_c=6\%$. Será mais realista, contudo, raciocinar na base de $j_c=10\%$.

Segundo os planos de investimento no Setor, a potência instalada deverá passar de 8 mil MW em 1968 para 12 mil MW em 1971. Êste acréscimo representa uma taxa de crescimento de 14,4% ao ano, portanto próxima aos 16% mencionados. Aqui novamente deve-se ressaltar o pêso dos programas de recuperação dos serviços de distribuição e transmissão, ainda atrasados em relação àqueles de geração e que não aparecem diretamente neste cômputo, baseado no incremento da capacidade geradora. Como o valor de 16% da taxa incremental é elevado, aquêle apresentado anteriormente, de 20%, parece inaceitável. Tende-se, assim, a concluir que a explicação esteja no fato de terem predominado, nos anos mais recentes, os investimentos de longo período de maturação. Embora o nível de investimento atual, 25% do investimento remunerável, pareça exagerado, um êrro em sua avaliação só poderia estar naquela

valor do investimento remunerável. Porém se êste fôr sensivelmente maior, o nível de remuneração será, então bastante inferior a 12,5%, o que não é aceitável.

A primeira conclusão é de que, enquanto o Setor cresceu até recentemente a uma taxa próxima de 8%a.a., e, mesmo então, de forma desequilibrada, sua taxa de crescimento atual é da ordem de 16% ao ano, de modo que o investimento anual, que era da ordem de 15% do investimento remunerável, passou para 25% do mesmo. O resultado prático é que, mesmo com plena remuneração global do capital, isto é, lucro, depreciação e reversão, somando teoricamente 18%, o setor não pode ser, por enquanto, auto-suficiente; e que, como na prática esta remuneração não ultrapassa ainda os 13%, é imperativo prover fontes de recursos extratarifárias, além da remuneração das empresas e dos impostos que acompanham proporcionalmente as tarifas, a fim de evitar um aumento inaceitável do nível tarifário. Além disto, se êsses recursos forem entregues sob forma de financiamento, o aumento da exigibilidade diminuirá sensivelmente a possibilidade de reinvestimento dos resultados operacionais nos próximos anos.

Observa-se também que, com a remuneração global atual, de 12,5%, resulta uma arrecadação bruta equivalente a 50% do investimento; para que o Setor fôsse auto-suficiente a remuneração global deveria ser de 25%, sem considerar os encargos assumidos e a distribuição de dividendos, somando mais de 5% do investimento remunerável. Se a arrecadação passasse do nível de 12,5% para cerca de 30%, o aumento das tarifas seria de, aproximadamente, 84%, com base na estrutura atual já mencionada.

O Setor está atravessando uma fase não apenas de recuperação, como acontece com a maioria dos serviços públicos; está também em franca expansão e na fase mais aguda de sua evolução, de uma série de pequenos sistemas isolados para grandes conjuntos de sistemas interligados, o que exige pesados investimentos infra-estruturais.

Pode-se esperar que, a longo prazo, a auto-suficiência do Setor seja possível. Desde que o investimento do Setor passe a crescer a um ritmo mais baixo, por volta de 10% ao ano, que é aquêle que também se estima, no mesmo prazo, para a demanda, um reinvestimento de cerca de 17% do investimento global será suficiente. Por enquanto, contudo, esta porcentagem atenderia apenas parte da metade do desembolso do Setor.

Muito mais difícil é sugerir qual deveria ser o nível da remuneração global para os próximos anos. A remuneração global média é da ordem de 12,5%, conforme apresentado anteriormente. Porém sobre o consumidor também pesam o Impôsto Único sobre energia elétrica

ca, o Empréstimo Compulsório à ELETROBRÁS e a Taxa de Previdência (que não é aplicada no Setor). Os consumidores contribuem, assim, com mais NCr\$ 440 milhões por ano, para o Setor, aproximadamente. Estes representam mais 22% do investimento anual que correspondem a uma remuneração adicional de 5,5% do investimento global, somando, assim, 18%, excluindo a Taxa de Previdência.

Considerando que o nível tarifário médio vigente é tal que o mercado consumidor não comporta mais aumentos consideráveis pode-se afirmar que o nível da remuneração global somado àquele da carga tributária não pode ser aumentado.

Em resumo, é a seguinte, aproximadamente, a origem dos recursos no próximo triênio, em média:

R E C U R S O S	NCr\$ milhões	%
Remuneração reinvestida (tarifária)	550	27,5
Tributação direta (tarifária)	440	22,0
Orçamentos (Federal e Estaduais)	450	22,5
Externos	360	18,0
A realizar (externos e orçamentários)	200	10,0
Total necessário.....	2.000	100,0

Deve-se lembrar que o nível de remuneração auferido pelas diversas empresas varia bastante em torno do nível médio estimado. Algumas empresas ainda não elevaram suas alíquotas de lucro legal ao nível máximo permitido uma vez que seus mercados não suportariam as tarifas resultantes. O mesmo acontece em relação às demais alíquotas. É de se esperar, entretanto, que o maior grau de racionalização que se está procurando alcançar no Setor permitirá aumentar a remuneração global deste sem alteração tarifária, mediante redução de seus custos de operação.

Finalmente, deve ser abordado o problema de como se deveria repartir a carga tarifária que pesa sobre o consumidor (a qual dificilmente poderá ser aumentada) entre remuneração global e carga tributária. Neste ponto é difícil sugerir qualquer meta quantitativa diferente da situação atual, pois cabe ao Governo decidir que grau de autonomia deseja conceder às empresas e, complementarmente, qual o grau de ingerência direta deseja ter, através da ELETROBRÁS, para

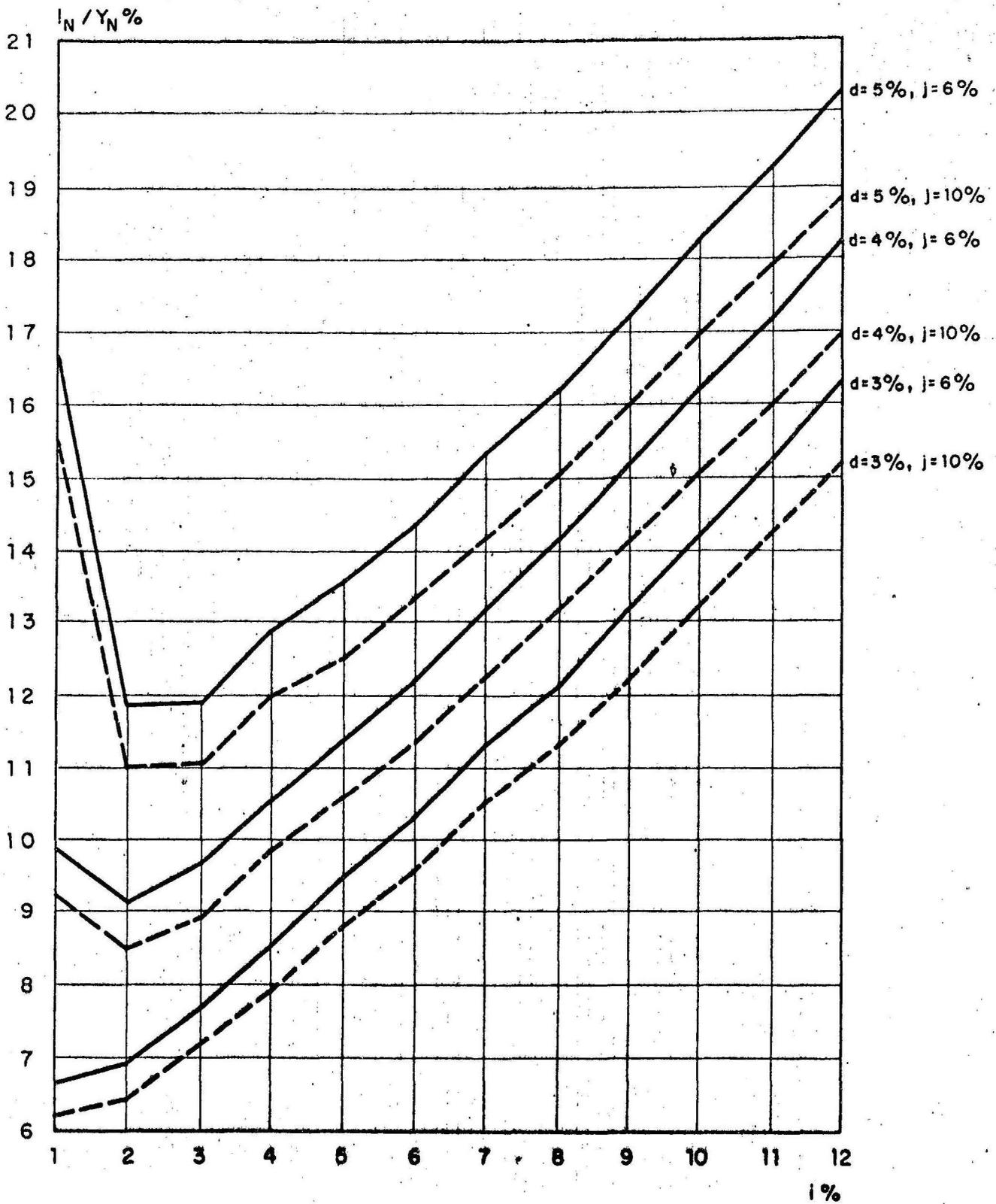
RELAÇÃO PERCENTUAL I_N/Y_N (expressão 9)

i%	D		
	j=6%	j=10%	j=12%
1	1,386	1,720	1,884
2	1,290	1,605	1,764
3	1,206	1,496	1,652
4	1,132	1,407	1,554
5	1,065	1,328	1,464
6	1	1,250	1,378
7	0,942	1,179	1,301
8	0,889	1,116	1,233
9	0,841	1,055	1,168
10	0,794	1	1,108
11	0,752	0,950	1,052
12	0,713	0,901	1

RELAÇÃO PERCENTUAL I_N/Y_N (expressão 7)

i%	d= 3%		d= 4%		d= 5%	
	J _c =6%	J _c =10%	J _c =6%	J _c =10%	J _c =6%	J _c =10%
1	6,67	6,20	9,88	9,19	16,69	15,50
2	6,94	6,45	9,13	8,48	11,85	11,01
3	7,73	7,18	9,61	8,93	11,88	11,04
4	8,50	7,90	10,57	9,82	12,87	11,95
5	9,43	8,75	11,43	10,61	13,55	12,57
6	10,31	9,58	12,20	11,33	14,34	13,32
7	11,30	10,50	13,19	12,25	15,33	14,23
8	12,13	11,29	14,18	13,17	16,21	15,05
9	13,20	12,22	15,19	14,14	17,22	16,00
10	14,22	13,21	16,21	15,06	18,26	16,96
11	15,30	14,20	17,24	16,01	19,30	17,93
12	16,37	15,20	18,28	16,98	20,32	18,87

RELAÇÃO PERCENTUAL I_N / Y_N



A P Ê N D I C E

Apresenta-se, a seguir, a dedução das expressões apresentadas no corpo do trabalho anexo.

I. FÓRMULA DO INVESTIMENTO REMUNERÁVEL Y_N

Sendo dados: i - taxa incremental
 θ - período de maturação
 d - depreciação linear
 v - vida média ($v = d^{-1}$)
 j_c - juros capitalizados durante a construção
 I_n - investimento realizado durante o ano n , a ser depreciado a partir do início do ano seguinte.

1. A soma dos investimentos não totalmente depreciados, isto é, a soma dos investimentos realizados nos últimos (v) anos, computada no início do ano N , é dada pela soma dos termos da progressão geométrica:

$$\frac{I_N}{(1+i)} + \frac{I_N}{(1+i)^2} + \dots + \frac{I_N}{(1+i)^v} = \sum_{n=1}^{n=v} \frac{I_N}{(1+i)^n} = \sum_{n=1}^{n=v} I_{(N-n)}$$

Sendo a_1 o primeiro termo e a_n o último termo da progressão e q a razão, sabe-se que a soma dos termos é $\frac{a_n \cdot q - a_1}{q - 1}$. Assim,

com $a_1 = \frac{1}{(1+i)^v}$, $a_n = \frac{1}{(1+i)}$, $q = (1+i)$, resulta:

$$\sum_{n=1}^{n=v-1} \frac{I_N}{(1+i)^n} = I_N \cdot \frac{1 - (1+i)^{-v}}{i} \quad (1)$$

2. Deseja-se, porém, descontar as parcelas já depreciadas. Como a depreciação do investimento $I_{(N-1)}$ só começa a ser computada a partir do início do ano N (como se o investimento I_n estivesse concentrado no fim do respectivo ano), o investimento, no início do ano N passa a ser:

$$\text{Assim, } \sum_{n=1}^{n=v} I_{(N-n)} \cdot [1 - (n-1) \cdot d] = I_N \cdot \frac{1}{i} \cdot \left[1 - \frac{d}{i} \cdot \frac{(1+i)^v - 1}{(1+i)^v} \right] \quad (2)$$

lembrando que $d \cdot v = 1$.

3. Levando agora em conta as parcelas dos investimentos recentes correspondentes a obras ainda em andamento isto é, que ainda não maturaram, e supondo que $1/\theta$ do investimento de cada ano matura no fim do mesmo, deve-se descontar uma parcela $\Delta = \sum_{a=1}^{a=\theta-1} I_{(N-a)} \cdot \frac{\theta-a}{\theta}$

$$\Delta = \sum_1^{\theta-1} I_{(N-a)} \cdot \frac{\theta-a}{\theta} = I_N \sum_1^{\theta-1} \frac{\theta-a}{\theta(1+i)^a} = I_N \left[\frac{(1+i)^{\theta-1} - 1}{i(1+i)^{\theta-1}} - \frac{1}{\theta} \cdot \frac{(1+i)^{\theta-1} - i\theta}{i^2(1+i)^{\theta-1}} \right]$$

$$\Delta = \sum_1^{\theta-1} I_{(N-a)} \cdot \frac{\theta-a}{\theta} = \frac{I_N}{i} \left[1 + \frac{1}{i\theta(1+i)^{\theta-1}} - \frac{1+i}{i\theta} \right] \quad (3)$$

4. Deve-se, contudo, acrescentar a depreciação referente a essas parcelas, que foi retirada em (2) e que, entretanto, não deve ser computada pois são obras em andamento. Esta corresponde à expressão

$$\sum_{a=1}^{a=\theta-1} I_{(N-a)} \cdot \frac{\theta-a}{\theta} \cdot d \cdot (a-1) = \pi$$

$$\begin{aligned} \pi &= \sum_1^{\theta-1} I_{(N-a)} \cdot \frac{\theta-a}{\theta} \cdot d \cdot (a-1) = I_N d \sum_1^{\theta-1} \frac{\theta-a}{\theta} \cdot \frac{a-1}{(1+i)^a} \\ &= I_N d \sum_1^{\theta-1} \left[\frac{(1+i)^a}{\theta} \cdot \frac{a}{(1+i)^a} - \frac{1}{(1+i)^a} - \frac{a^2}{\theta(1+i)^a} \right] \end{aligned}$$

O resultado dos somatórios das duas primeiras parcelas já é conhecido. O somatório $\sum_1^{\theta-1} \frac{a^2}{(1+i)^a}$ pode ser apresentado da seguinte

forma:

$$\begin{aligned} \sum_{a=1}^{a=\theta-1} \frac{a^2}{(1+i)^a} &= \sum_{a=1}^{a=\theta-1} \sum_{n=a}^{n=\theta-1} \frac{2a-1}{(1+i)^n} = \sum_{a=1}^{a=\theta-1} \left[(2a-1) \cdot \frac{1}{(1+i)^{a-1}} - \frac{1}{(1+i)^{\theta-1}} \right] \\ &= \frac{(2+i) \cdot [(1+i)^\theta - 1] - i \cdot \theta \cdot (2+i\theta)}{i^3 \cdot (1+i)^{\theta-1}} \end{aligned}$$

Voltando à expressão π acima, temos:

$$\sum_1^{\theta-1} I_{(N-a)} \frac{\theta-a}{\theta} \cdot d(a-1) = I_N \cdot d \left[\frac{(1+i)^{\theta-1} + 1}{i^2 \cdot (1+i)^{\theta-1}} + \frac{2-2 \cdot (1+i)^\theta}{\theta i^3 (1+i)^{\theta-1}} \right] \quad (4)$$

5. O investimento remunerável, no início do ano N, será dado por: (2) - (3) + (4), multiplicado por uma função de j_c e θ , que chamaremos, por enquanto, F.

Simplificando, obtém-se:

$$Y_N = F \cdot I_N \left\{ \frac{1+i}{i^2 \theta} \cdot \frac{(1+i)^\theta - 1}{(1+i)^\theta} \cdot \left(1 - 2 \frac{d}{i}\right) + \frac{d}{i^2} \left[\frac{(1+i)^{\theta-1} + 1}{(1+i)^{\theta-1}} - \frac{(1+i)^\nu - 1}{(1+i)^\nu} \right] \right\}$$

$$Y_N = F \cdot \frac{I_N}{i^2} \left\{ \frac{(1+i)}{\theta} \cdot \left[1 - (1+i)^{-\theta} \right] \cdot \left(1 - \frac{2d}{i}\right) + d \cdot \left[(1+i)^{-\theta+1} + (1+i)^{-\nu} \right] \right\} \quad (5)$$

6. A fim de calcular F supõe-se que $1/\theta$ de I_N matura após um ano, $1/\theta$ após dois anos, e assim por diante. A parcela que matura após t anos fica majorada pelo fator $(1+j_c)^t$ ao ser incorporada ao investimento remunerável. Assim,

$$F = \sum_{t=1}^{t=\theta} \frac{I_N}{\theta} (1+j_c)^t = \frac{I_N}{\theta} \cdot (1+j_c) \left[(1+j_c)^\theta - 1 \right] \quad (6)$$

A suposição de que o menor tempo de maturação é 1 ano, que leva ao F apresentado acima, torna este F $(1+j_c)$ vezes maior do que se admitisse que uma parcela maturasse imediatamente. A hipótese que adotamos conduz então a um investimento maior e, portanto, a uma necessidade de rendimentos menor.

7. Substituindo a expressão (6) em (5), temos:

$$Y_N = I_N \frac{1+j_c}{\theta^2} \cdot \frac{(1+j_c)^\theta - 1}{i^2 \cdot j_c} \cdot \left\{ (1+i) \left(1 - \frac{2d}{i}\right) \left[1 - (1+i)^{-\theta} \right] + d \theta \left[(1+i)^{1-\theta} + (1+i)^{-\nu} \right] \right\} \quad (7)$$

II. FÓRMULA DO DESEMBÓLSO D_N

- Sendo dados: i - taxa incremental
 j - juros dos financiamentos
 a - período de amortização
 c - carência após a construção
 θ - período de construção
 I_N - investimento no ano n , cujo montante é levantado no início do mesmo ano.

8. No ano N o desembolso será a soma das amortizações dos financiamentos I_n recebidos no passado, mais os juros daqueles que ainda estão dentro do período de carência. A carência, para um investimento I_n destinados a vários projetos, maturando em épocas diferentes, correspondente a $B = C + \frac{\theta - 1}{2}$. Chamaremos B carência média efetiva.

As amortizações correspondem a $\frac{j(1+j)^a}{(1+j)^a - 1} \cdot I_n$. Sua soma,

no ano N , será

$$\sum_{n=B+1}^{n=a+B} \frac{j(1+j)^a}{(1+j)^a - 1} \cdot \frac{I_N}{(1+i)^n} = \frac{I_N}{(1+i)^B} \cdot \frac{j(1+j)^a}{(1+j)^a - 1} \cdot \frac{1 - (1+i)^{-a}}{i}$$

Os juros correspondem a $\sum_{n=1}^{n=B} I_n \cdot j = j \frac{1 - (1+i)^{-B}}{i}$

Como $D_N = \sum_{n=B+1}^{B+a} F_{a,j} \cdot I_n + \sum_{n=1}^B I_n \cdot j$, somando e simplificando as parcelas correspondentes, tem-se:

$$D_N = I_N \cdot \frac{j}{i} \cdot \left\{ 1 - (1+i)^{-B} \cdot \left[\frac{1 - (1+i)^{-a}}{1 - (1+j)^{-a}} \right] \right\} \quad (8)$$