

## **Custo de capital e subsídios: o setor de energia elétrica no período 1972-1976**

Ney O. Brito \*

Luiz C. Kantz \*\*

Este trabalho examina o custo de capital do setor de energia elétrica no período 1972-1976. Examina também o grau de dependência do setor com relação a subsídios. Os resultados indicam que o custo de capital do setor elevou-se de 13% em 1972 para 17% em 1976. O setor mostra sinais de retorno decrescente de escala e crescente dependência de capitalização subsidiada. Acesso a capitalização subsidiada parece ter sido o fator determinante do sucesso da aquisição da Cia. Mineira de Eletricidade pela Cemig em recente oferta pública.

1. Introdução; 2. Os fundamentos metodológicos; 3. Estrutura e considerações empíricas; 4. As estimativas do custo de capital básico do setor; 5. Os custos de capital das empresas do setor; 6. Os níveis de subsídios à capitalização do setor; 7. Conclusões.

### **1. Introdução**

Este trabalho objetiva examinar as características de formação de valor e o custo de capital das empresas do setor de energia elétrica no período 1972-1976. Após derivar uma relação de valor que considere explicitamente:

\* Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Administração - COPPEAD - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

\*\* Da Eletrobrás. As opiniões expressas pelos autores refletem pontos de vista individuais. Os autores agradecem o suporte da Finep - Financiadora de Estudos e Projetos, e da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro.

- a) diferenças no nível de lucros das empresas;
- b) o subsídio fiscal a empréstimos contraídos;
- c) diferença de crescimento das empresas,

o trabalho prossegue para examinar empiricamente a relação, obtendo estimativas do custo de capital do setor.

Utilizando valores de mercado para os componentes da capitalização das empresas (capital social e empréstimos), o trabalho obtém estimativas do custo de capital de mercado do setor. A seguir, obtém estimativas do custo de capital subsidiado do setor, utilizando valores nominais ou de face para os componentes da capitalização das empresas. Examinando as diferenças entre as duas estimativas de custo de capital, apresenta conclusões sobre o nível de subsídios no setor.

Finalmente, cabe observar que examinar-se-á o grau de economias ou deseconomias de escala no setor, integrando as conclusões neste aspecto com as relativas a outros, para avaliar a razoabilidade do nível de investimentos no setor.

## 2. Os fundamentos metodológicos

O custo de capital de uma empresa é a taxa adequada para descontar seu fluxo de lucros disponíveis determinando o valor da mesma. Em um ambiente econômico sob condições de certeza, nenhuma empresa apresentaria risco e o custo do capital seria igual à taxa de renda fixa para todas as empresas. Em um ambiente econômico incerto, as coisas se complicam. Diferentes empresas nos diversos setores da economia apresentarão diferentes níveis de risco de remuneração de seu capital. O custo de capital das empresas será então diferente e as que possuem maior nível de risco deverão apresentar maior custo de capital.

Para obtenção de estimativas empíricas do custo de capital de empresas existem dois caminhos a serem seguidos. O caminho mais geral utilizaria uma amostra de empresas não necessariamente homogêneas com relação a risco; o mais restrito utilizaria uma amostra de empresas homogêneas com relação a risco. O caminho geral requer um ajuste explícito para os diferentes níveis de risco das empresas e a utilização de um modelo de equilíbrio geral para a formação de preços de ativos financeiros sob condições de risco.<sup>1</sup> O caminho mais restrito assume que as empresas estão dentro da mesma classe de risco e dispensa quaisquer ajustes com relação a risco, fundamentando-se em modelo de equilíbrio parcial.<sup>2</sup>

O contexto de equilíbrio geral foi seguido por Litzenberger e Rao (1971) para estimar o custo do capital acionário de empresas de energia elétrica. Para obter

<sup>1</sup> O mais conhecido modelo de equilíbrio geral sob condições de risco é o desenvolvido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966).

<sup>2</sup> O conceito de *classe de risco* e o modelo de equilíbrio parcial foram desenvolvidos por Modigliani e Miller (1961). O modelo é derivado baseando-se em argumentos simples de arbitragem.

estimativas dos diferentes níveis de risco das empresas, eles utilizaram séries históricas de lucros e outras variáveis, para um período de 13 anos. O contexto de equilíbrio parcial foi seguido por Modigliani e Miller (1958 e 1963), Miller e Modigliani (1966) e MacDonald (1971). Eles estimaram o custo médio de capital para empresas de energia elétrica em diferentes períodos. Os procedimentos seguidos por MacDonald (1971) fazem com que seus resultados sejam válidos apenas para uma empresa com o nível de endividamento médio da amostra.

O objetivo deste trabalho é estimar o custo médio do capital para empresas de energia elétrica brasileiras no período 1972-1976, ao longo das linhas gerais de Miller e Modigliani (1966). As limitações de dados não nos permitiriam obter séries temporais suficientemente longas para estimar as medidas de risco no contexto de equilíbrio geral. Modificações que melhor se ajustam ao caso brasileiro são introduzidas nos procedimentos de Modigliani e Miller sempre que necessário.

Apesar das empresas de energia elétrica constituírem uma classe com características de homogeneidade com relação a risco, os valores de diferentes empresas da classe podem diferir por três motivos básicos:

- a) diferenças no nível de lucros das empresas;
- b) diferenças associadas ao subsídio fiscal a empréstimos;
- c) diferenças nas perspectivas de crescimento das empresas.

Os valores podem ainda diferir por

- d) economias de escala associadas ao tamanho das empresas;
- e) aspectos residuais e transitórios que afetam as diferentes empresas de forma diferente no período em estudo.

Ao estimar o custo de capital de empresas de uma mesma classe de risco é necessário considerar esses aspectos.

Entre as principais variáveis que afetam o valor de uma empresa dentro de uma classe de risco pode-se mencionar:

- $\bar{x}_i$  = lucro esperado de longo prazo da empresa  $i$ ;
- $t$  = nível da taxa de imposto de renda ao qual as empresas da classe estão sujeitas;
- $D_i$  = nível de empréstimos da empresa  $i$ ;
- $R_i$  = juros pagos pela empresa  $i$  pelo serviço de  $D_i$ ;
- $\rho$  = custo de capital de uma empresa sem empréstimos na classe de risco;
- $C_i$  = custo médio de capital da empresa  $i$ ;
- $C_i^*$  = retorno obtido pela empresa  $i$  em seus investimentos (supostamente  $C_i^* > C_i$ );
- $T_i$  = duração do período em que a empresa  $i$  espera obter o retorno extraordinário  $C_i^* > C_i$ ;

$k_i$  = proporção dos lucros que a empresa  $i$  reinveste anualmente;  
 $\bar{x}_i^t$  = lucro ajustado ao imposto de renda da empresa  $i$ .

O lucro após o imposto de renda de uma empresa, descontado pelo custo de capital da classe de risco, nos dá um importante componente de valor. Como o lucro após o imposto da empresa  $i$  é  $\bar{x}_i (1 - t)$ , este componente será

$$\frac{\bar{x}_i (1 - t)}{\rho} \quad (1)$$

Como juros podem ser abatidos dos resultados da empresa, como despesa, para fins de imposto de renda, a utilização de empréstimos gera um subsídio fiscal que influencia o valor da firma. O valor deste componente é

$$tD_i \quad (2)$$

O componente de valor associado ao crescimento da empresa é função do nível de retorno extraordinário ( $C_i^* - C_i$ ), da duração do período de investimentos extraordinários e do nível de reinvestimentos da empresa. Sua expressão precisa é

$$k_i \bar{x}_i (1 - t) \left[ \frac{C_i^* - C_i}{C_i (1 + C_i)} \right] T_i \quad (3)$$

Agregando-se estes componentes, obtém-se a expressão básica de valor de uma empresa,<sup>3</sup>

$$V_i = \frac{\bar{x}_i (1 - t)}{\rho} + tD_i + k_i \bar{x}_i (1 - t) \left[ \frac{C_i^* - C_i}{C_i (1 + C_i)} \right] T_i \quad (4)$$

A relação (4) admite que o valor da empresa é uma função linear de seus lucros ou, em terminologia técnica, ela admite retornos constantes de escala. Pode-se argumentar em favor de retornos não constantes de escala. Existindo retornos crescentes ou economias de escala, a relação entre valor e lucro será como apresentado na figura 2 (à medida que os lucros crescem, o valor cresce mais do que proporcionalmente). Existindo deseconomias ou retornos decrescentes de escala, a relação será como a apresentada na figura 1 (à medida que os lucros crescem, o valor da empresa cresce menos do que proporcionalmente). A existência de economias ou deseconomias de escala pode ser testada, adicionando-se uma constante à relação (4). A aproximação linear tenderá a gerar um intercepto

<sup>3</sup> Uma detalhada discussão dos componentes básicos da formação de valor é apresentada em Miller e Modigliani (1966).

Figura 1

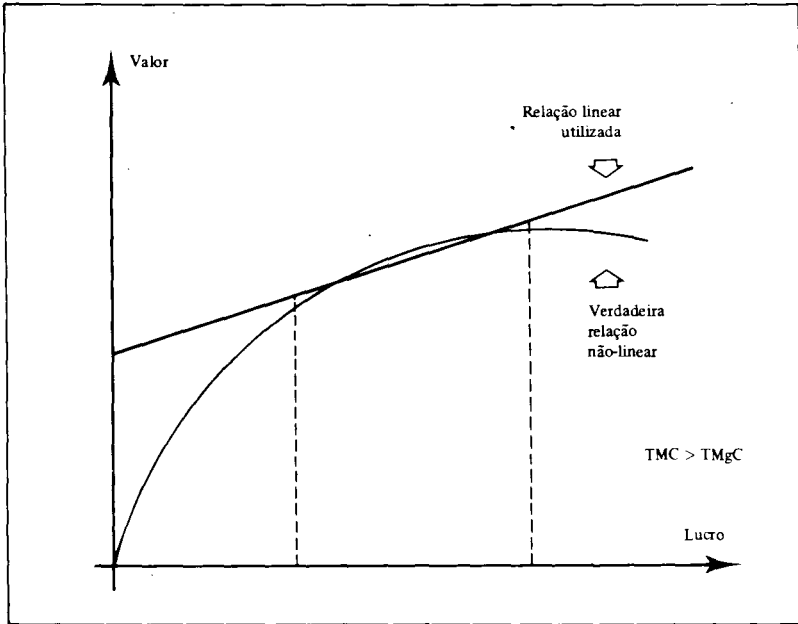
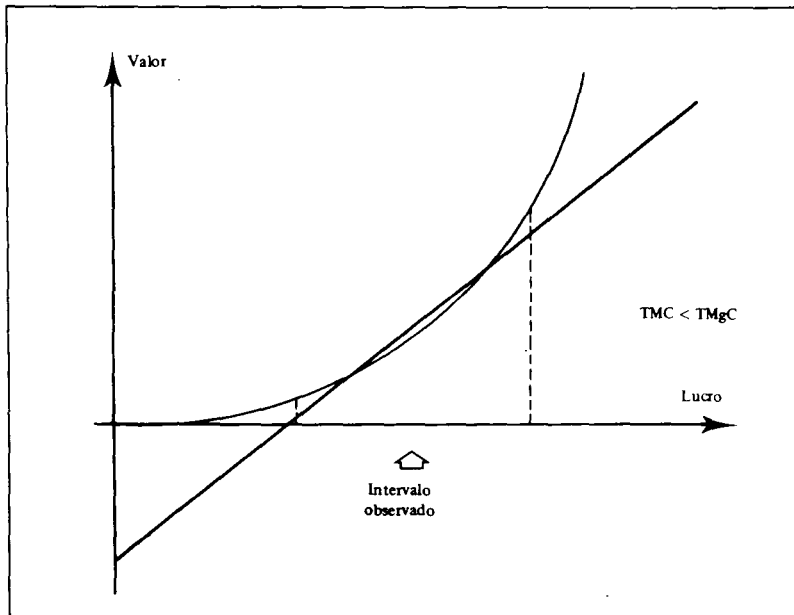


Figura 2



negativo no caso de economias de escala e um intercepto positivo no caso de deseconomias de escala. Este trabalho seguirá este procedimento, testando pois as duas hipóteses.

É preciso ainda reconhecer que a curto prazo o valor de uma empresa pode diferir do valor determinado por suas tendências de longo prazo. Aspectos residuais e transitórios podem gerar desvios em relação às tendências de longo prazo. Adicionando-se à relação (4) a constante de teste de economias de escala, um termo residual associado aos desvios e reorganizando a relação, obtém-se a relação base dos testes deste trabalho:

$$V_i - tD_i = a_0 + a_1 \bar{x}_i (1 - t) + a_2 k_i \bar{x}_i (1 - t) + \xi_i \quad (5)$$

onde

$a_0$  = constante para teste de economias de escala;

$a_1 = \frac{1}{\rho}$  = inverso do custo de capital da classe;

$a_2$  = constante de formação de valor associada ao crescimento da empresa;

$\xi_i$  = desvio residual e transitório em relação às tendências de longo prazo da empresa  $i$ .

A variável lucro na relação (5) é associada ao lucro da empresa antes do pagamento de impostos. Uma relação de valor pode ser obtida utilizando-se o lucro ajustado ao imposto de renda da empresa. O lucro após o imposto de renda e após o serviço dos juros de nossa empresa  $i$  será  $(\bar{x}_i - R)(1 - t)$ . Repondo-se os juros obtém-se o lucro ajustado ao imposto de renda da empresa<sup>4</sup>  $\bar{x}_i^f = \bar{x}_i(1 - t) + tR_i$ , o que implica que  $\bar{x}_i(1 - t) = \bar{x}_i^f - tR_i$ . Substituindo-se esta relação em (5), obtém-se uma outra relação de valor:

$$V_i - tD_i = a_0 + a_1 (\bar{x}_i^f - tR_i) + a_2 k_i (\bar{x}_i^f - tR_i) + \xi_i \quad (6)$$

Por motivos que serão discutidos adiante, a relação (6) será a utilizada neste trabalho.

### 3. Estrutura e considerações empíricas

Para prosseguir-se em direção a estimativas do custo de capital do setor de energia elétrica, usando-se as relações (5) ou (6), é necessário obter e especificar as variáveis independentes lucro e crescimento e a variável dependente valor ajustado ( $V_i - tD_i$ ). A variável lucro da empresa é diretamente associada a seus ativos, que

Observe que  $\bar{x}_i^f = (\bar{x}_i - R_i)(1 - t) + R_i = \bar{x}_i(1 - t) + tR_i$ .

compõem-se basicamente de seu investimento em operação<sup>5</sup> e do conjunto de obras em andamento.<sup>6</sup> No dimensionamento do lucro em perpetuidade da empresa, é necessário considerar não só o rendimento dos ativos em operação, apresentados na Demonstração de lucros e perdas, mas também o rendimento obtido pelos ativos em construção, apresentado na conta Juros durante a construção. Considerando-se toda a estrutura de contas da empresa, determinou-se o lucro em perpetuidade mais próximo possível do conceito de lucro econômico no sentido de *fluxo de caixa*, eliminando-se itens não-financeiros, como *quota de depreciação e receita proveniente dos juros sobre o capital próprio durante a construção*. Finalmente, cabe observar que existem sistemáticas diferenças no setor entre o lucro reportado aos acionistas e o lucro apurado para fins de tributação. Estas diferenças fazem com que a utilização do conceito de lucro ajustado ao imposto de renda e a relação (6) sejam mais adequados para a obtenção de estimativas do custo do capital do setor.

A variável independente crescimento,  $k(\bar{x}_i^t - tR_i)$ , foi estimada a partir dos dispêndios em investimentos programados para os anos seguintes ao ano para o qual estima-se o custo de capital. Mais precisamente, foi utilizada a média dos investimentos programados para os quatro anos seguintes ao ano base, conforme demonstrativos do Orçamento Plurianual do Setor de Energia Elétrica – OPE.

Para obter estimativas da variável dependente ( $V_i - tD_i$ ), temos que obter  $V_i$ , o valor de mercado da empresa, ou seja, a soma dos valores de mercado de todos os títulos emitidos pela empresa que representem direitos sobre seus lucros futuros. Temos ainda que obter  $D_i$ , o valor de mercado dos empréstimos contraídos pela empresa. A única empresa para a qual dispúnhamos de valor de mercado de títulos de empréstimos era a Eletrobrás, cujas Obrigações são negociadas regularmente. No período 1972-1976 a relação entre o valor de mercado e o valor nominal corrigido das Obrigações da Eletrobrás era de 0,56. O valor de mercado das dívidas e debêntures em moeda nacional das empresas foi então estimado em 56% do seu valor nominal corrigido. O valor de mercado das dívidas em moeda estrangeira foi estimado pelo saldo devedor em 31 de dezembro do ano-base, corrigido monetariamente.  $D_i$  foi então estimado como a soma dos valores de mercado estimados para empréstimos em moeda nacional e em moeda estrangeira.

O valor de mercado da empresa,  $V_i$ , é a soma de  $D_i$  com o valor de mercado dos títulos acionários ou de risco da empresa. Para obter a estimativa do valor de mercado destes títulos, foram levantadas, por tipo de ação, as cotações diárias de

<sup>5</sup> Ao investimento em operação, ou remunerável na terminologia do setor, é projetada uma remuneração entre 10% e 12% ao ano. A remuneração real obtida era expressa no período 1972-1976 na Demonstração de lucros e perdas através da Renda de exploração.

<sup>6</sup> À parcela de capital próprio aplicada em obras em andamento é projetada uma remuneração de 10% ao ano e a parcela de capital de terceiros rende os juros contratuais. A primeira parcela era acrescida no período 1972-1976 às obras a que se referia e apropriada a uma reserva de capital, a ser distribuída aos acionistas quando de sua conclusão. A segunda parcela era incorporada às obras e acrescida ao saldo de dívida, em face da compatibilidade usual entre prazos de carência e de construção.

empresas de energia elétrica na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro em dezembro de um ano e em janeiro do ano seguinte. As médias destas cotações foram utilizadas para estimar o valor do capital acionário das empresas após multiplicação pela quantidade de ações emitidas.<sup>7</sup> Sempre que necessário, foram feitos ajustes para dividendos, bonificações e subscrições ocorridos no período de análise.

A necessidade de dispor do valor do capital acionário das empresas para obter  $V_i$  limitou seu número na amostra. Poucas empresas do setor de energia elétrica são negociadas em Bolsas de Valores. Nossa amostra teve que se limitar a nove empresas em 1972 e sete nos demais anos. A amostra de empresas utilizadas para obter estimativas do custo de capital no setor é apresentada no anexo 1 deste trabalho. Apesar de pequena, a amostra parece ser representativa, pois dela fazem parte empresas pequenas, médias e grandes, empresas geradoras e distribuidoras de energia, bem como as controladas pelo Governo federal, por governos estaduais e por particulares.

Testes empíricos da relação (6) precisam considerar dois tipos de problemas: erros de medida na variável lucro e heteroscedasticidade de resíduos. A variável independente lucro ajustado para imposto de renda foi obtida a partir de lucros contábeis reportados. O valor de uma empresa deve ser associado a seus lucros econômicos, que podem diferir de lucros contábeis em determinado período por fatores transitórios causados por procedimentos contábeis. A utilização de lucros contábeis introduz erros de medida em testes empíricos da relação (6).

Erros de medida em variáveis introduzirão tendenciosidade nos estimadores dos coeficientes e do custo de capital. O procedimento mais recomendado para tratar erros de medida é a utilização de variáveis instrumentais em múltiplos estágios. O procedimento consiste em estimar a variável verdadeira por

$$Y^* = \sum_{i=1}^m c_i Z_i + w$$

onde

$Y^*$  = estimativa da variável verdadeira a ser utilizada em testes empíricos;  
 $Z_i$  = variáveis instrumentais relevantes;  
 $w$  = termo residual de erro.<sup>8</sup>

Em nosso caso, a variável verdadeira, lucro econômico ajustado para imposto de renda, foi estimada utilizando-se o ativo total e o total de empréstimos da empresa, isto é,

<sup>7</sup> Quando em um específico período não dispúnhamos de cotação para um determinado tipo de ação de uma empresa, esta cotação era inferida a partir das relações observadas entre os diferentes tipos de ações das demais empresas da amostra.

<sup>8</sup> Para uma discussão dos problemas de erros de medida, veja Johnston (1963). Como variáveis instrumentais devem-se buscar variáveis fortemente correlacionadas com variável verdadeira e pouco correlacionadas com o erro de medida.



$$(\bar{x}_i^f - tR_i)^* = a_0 + a_1 A_i + a_2 D_i + w \quad (7)$$

onde

$(\bar{x}_i^f - tR_i)^*$  = estimativa do lucro econômico da empresa  $i$  ajustado para imposto de renda;

$A_i$  = total de ativos da empresa  $i$ ;

$D_i$  = total de empréstimos da empresa  $i$ ;

No caso brasileiro, existem empresas do setor de energia elétrica que não pagam imposto de renda. Para estas empresas, a relação entre o lucro econômico e o total de ativos e de empréstimos deve ser diferente da relação em vigor para as empresas sujeitas a imposto de renda. O ajuste da relação (7) precisa considerar estas diferenças, o que é possível utilizando variável *dummy*. Se  $I$  é uma variável *dummy* tal que

$I = 1$  para empresas isentas de imposto e

$I = 0$  para empresas sujeitas a imposto,

então pode-se prosseguir para obter estimativas de lucros econômicos ajustando-se a relação

$$(\bar{x}_i^f - tR_i)^* = a_0 + S_1 I + a_1 A_i + S_2 IA_i + a_2 D_i + S_3 ID_i + w \quad (8)$$

No caso de empresas isentas, a relação prevalente será

$$(\bar{x}_i^f - tR_i)^* = (a_0 + S_1) + (a_1 + S_2) A_i + (a_2 + S_3) D_i + w \quad (8a)$$

e no caso de empresas sujeitas a impostos a relação (7) prevalecerá. Os coeficientes das duas relações podem se ajustar livre e diferentemente.<sup>9</sup>

As variáveis envolvidas na relação (8) não dependem de negociabilidade de ações em mercado. A amostra utilizada em seu ajuste pode pois ser mais ampla que a utilizada no ajuste da relação (6). Para o ajuste da relação (8) foram levantados e utilizados dados de 32 empresas em 1972, 29 em 1973 e 1974 e 30 nos demais anos. Estas empresas são apresentadas no anexo 2.

Finalmente, cabe destacar a possibilidade de que testes empíricos da relação (6) apresentem problemas de heteroscedasticidade. A utilização de OLS para o ajuste da relação supõe que o termo residual de desvio  $\xi$  tenha média nula e variância constante.<sup>10</sup> A suposição de que a distribuição de  $\xi$  seja idêntica para todas as empresas pode não encontrar suporte empírico. *A priori*, pode-se até argumentar que as empresas maiores deveriam apresentar resíduos maiores com

<sup>9</sup> No caso americano, as empresas do setor são sujeitas a idêntico tratamento fiscal, o que torna desnecessária a utilização de variável *dummy* em Miller e Modigliani (1966).

<sup>10</sup> Esta é a usual suposição de homoscedasticidade.

maior probabilidade, ou seja, pode-se argumentar que os resíduos sejam heteroscedásticos. Teste explícito da validade da suposição de homoscedasticidade será apresentado neste trabalho.

#### 4. As estimativas do custo de capital básico do setor

Neste item o trabalho prossegue para obter estimativas do custo de capital de uma empresa sem empréstimos no setor de energia elétrica.<sup>11</sup> Este é o *custo de capital básico do setor*. Como discutido, as estimativas deste custo serão obtidas em dois estágios. No primeiro estágio o lucro econômico ajustado para imposto de renda será estimado através da relação (8). Após ajustada, a relação é utilizada para estimar o lucro. Estas estimativas serão então utilizadas em um segundo estágio para o ajuste da relação (6), obtendo-se as estimativas do custo de capital.

Os resultados do ajuste da relação (8), no primeiro estágio, são apresentados na tabela 1. Em todos os anos os R-quadrados foram superiores a 0,82 e os valores  $F$  foram muito superiores aos  $F$  tabelados. Como seria de se esperar, a variável instrumental ativo total é significativa ao nível de 5% em todos os anos. A variável empréstimo total é sempre significativa a partir de 1974 e as variáveis associadas à *dummy* são sempre insignificantes. Os resultados sugerem que as variáveis instrumentais selecionadas são correlacionadas com a variável lucro econômico. Pouco ganhou-se entretanto com o tratamento em separado das empresas isentas de imposto de renda.<sup>12</sup>

Os resultados do ajuste da relação (6) no segundo estágio são apresentados na tabela 2. Os R-quadrados são sempre superiores a 0,89 o que evidencia a qualidade do ajuste.<sup>13</sup> Os coeficientes da variável estimativa de lucro econômico ajustado para imposto de renda são sempre significantes ao nível de 1%. Os coeficientes da variável crescimento não são nunca significantes ao nível de 1% e tendem a apresentar sinal negativo, o contrário do que pareceria razoável esperar-se.<sup>14</sup> Estes resultados sugerem que valores das empresas são muito associados a seus lucros presentes sem grande consideração de perspectivas de crescimento dos lucros.

Cabe lembrar que o termo constante  $a_0$  é um indicador da existência de economias de escala no setor. Na tabela 2 os valores de  $a_0$  estão expressos em milhões de cruzeiros do ano a que se referem. Deflacionando-se os valores relativos

<sup>11</sup> Este é o  $\rho$  da relação (4), que será estimado por  $1/a_1$ , após o ajuste da relação (6).

<sup>12</sup> Este resultado possivelmente deve ser atribuído ao baixo nível de imposto de renda ao qual as empresas não-isentas do setor estão sujeitas.

<sup>13</sup> Os  $F$ -observados são muito superiores aos  $F$ -tabelados para um nível de significância de 1%.

<sup>14</sup> Pareceria razoável esperar-se que o crescimento aumentasse o valor da empresa. Entretanto, o coeficiente negativo é consistente com um quadro de deseconomias de escala e crescentes custos de capital.

Tabela 1

Os resultados do ajuste do primeiro estágio

$$(\bar{X}^t - tR) = a_0 + s_1 I + a_1 A + s_2 IA + a_2 D + s_3 ID + r$$

Anos	Coeficientes de						$R^2$ Ajust.	$F_{Obs.}$	$F_{Tab}^a$
	Constante	I	A	IA	D	ID			
1972	21,678	21,815 (43,698)	0,054 <sup>b</sup> (0,015)	0,067 (0,228)	0,069 (0,048)	0,203 (0,583)	0,863	40,1	3,9
1973	37,232	42,388 (71,668)	0,051 <sup>b</sup> (0,016)	0,020 (0,280)	0,057 (0,050)	0,095 (0,612)	0,824	27,3	3,9
1974	12,847	-18,604 (76,823)	0,032 <sup>b</sup> (0,013)	-0,016 (0,182)	0,131 <sup>b</sup> (0,043)	0,022 (0,389)	0,913	59,7	3,9
1975	28,910	32,981 (78,815)	0,041 <sup>b</sup> (0,009)	0,045 (0,119)	0,092 <sup>b</sup> (0,026)	0,079 (0,219)	0,953	118,9	3,9
1976	-3,681	4,067 (96,807)	0,045 <sup>b</sup> (0,007)	0,027 (0,089)	0,068 <sup>b</sup> (0,022)	0,076 (0,175)	0,970	185,5	3,9

Obs.: <sup>a</sup> Nível de significância = 0,01.

<sup>b</sup> estatisticamente significantes a nível de 0,05.

Desvios padrão são apresentados abaixo dos coeficientes.

Tabela 2

O segundo estágio e estimativas do custo de capital

$$(V-tD) = a_0 + a_1 (\bar{X}^t - tR)^* + a_2 k(\bar{X}^t - tR) + U$$

Anos	Constantes de			$R^2$ Ajust.	$F^{Obs.}$	$F^{Tab.}$ <sup>a</sup>	$\rho$
	Constantes	$(\bar{X}^t - tR)^*$	$k(\bar{X}^t - tR)$				
1972	-90,034	7,613 <sup>b</sup> (0,854)	-0,847 (0,504)	0,990	378,4	10,9	0,131
1973	-28,058	7,313 <sup>b</sup> (1,122)	-0,429 (0,476)	0,975	120,4	18,0	0,137
1974	262,022	5,745 <sup>b</sup> (1,398)	0,137 (0,659)	0,947	54,4	18,0	0,174
1975	1019,448	7,114 <sup>b</sup> (1,786)	-1,263 (0,770)	0,899	27,8	18,0	0,141
1976	1098,258	5,832 <sup>b</sup> (0,972)	-0,407 (0,477)	0,962	76,0	18,0	0,171

Obs.: <sup>a</sup> Nível de significância = 0,01.

<sup>b</sup> Estatisticamente significantes a nível de 0,01.

Desvios padrão são apresentados abaixo dos coeficientes.

a 1973-1976 pelo Índice de preços por atacado e expressando-se em moeda constante de 1972 obtém-se os resultados da tabela 3. A tabela evidencia a tendência crescente aos valores de  $a_0$  deflacionados. Isto sugere que o setor de energia elétrica vem expandindo-se em regiões de economia decrescente de escala.<sup>15</sup>

Tabela 3  
As economias de escala no setor

Anos	Constante $a_0$ em moeda corrente	Constante $a_0$ em moeda de 1972
1972	-90,0	-90,0
1973	-28,0	-24,3
1974	262,0	168,2
1975	1019,4	506,2
1976	1090,3	372,5

Obs.: O Índice de preços por atacado foi utilizado como deflator.

Os resultados obtidos para a constante  $a_0$  e para a variável crescimento indicam que o nível de investimentos no setor talvez tenha sido excessivo. O coeficiente negativo da variável crescimento sugere que a rentabilidade dos investimentos adicionais no setor vem sendo inferior ao custo de capital efetivo das empresas. Isto é consistente com o quadro de economias decrescentes de escala sugerido pelos valores de  $a_0$ . Nesta conjuntura somente os subsídios podem *viabilizar* o setor, o que será melhor discutido em item posterior.

A última coluna da tabela 2 apresenta as estimativas da variável mais importante, o custo de capital básico do setor ( $\rho$ ). Ele é estimado por  $1/a_1$ , e variou entre 13,1% ao ano em 1972 e 17,4% ao ano em 1974. No mais recente ano de 1976 o custo básico de capital é estimado em 17,1% a.a. e nota-se uma tendência crescente nas estimativas. Cabe destacar que os valores das variáveis envolvidas na regressão são sempre expressas em moeda constante do ano. Isto implica que as estimativas de  $\rho$  obtidas são expressas em taxas reais de custo.

Finalmente, cabe examinar os eventuais problemas de heteroscedasticidade que poderiam estar reduzindo a eficiência dos estimadores. A hipótese de heteroscedasticidade pode ser examinada através da relação entre  $(V - tD)$  e os valores absolutos dos resíduos da equação (6). Definindo-se

$$|V_i| = \text{valor absoluto do desvio para a empresa } i$$

<sup>15</sup> Este resultado é consistente com a tendência a coeficientes negativos da variável crescimento e com a tendência a níveis crescentes do custo do capital acionário do setor que será constatada adiante.

e ajustando-se a relação

$$|V_i| = a + b (V_i - tD_i) + \mu_i \quad (9)$$

o teste de significação do coeficiente angular  $b$  é um teste da significância dos problemas de heteroscedasticidade causada por fatores de escala. Os resultados do ajuste da relação (9) são apresentados na tabela 4. Os  $R$ -quadrados obtidos são sempre baixos e os  $F$  observados são sempre inferiores aos correspondentes  $F$  tabelados, mesmo ao nível de significância de 5%. Os resultados não suportam a significância dos problemas de heteroscedasticidade e sugerem que os estimadores da relação (6) não sofrem perdas de eficiência.

Tabela 4  
A relação de teste da hipótese de heteroscedasticidade

$$|U| = a + b (V - tD) + \mu$$

Anos	Coeficientes de		$R^2$	$F_{Obs.}$	$F_{Tab.}^a$
	Constante	$V-tD$			
1972	84,637	0,027 (0,024)	0,151	1,2	5,6
1973	303,602	0,009 (0,041)	-0,010	0,1	6,6
1974	464,994	0,052 (0,048)	0,189	1,2	6,6
1975	1289,551	0,008 (0,077)	-0,002	0,0	6,6
1976	1231,551	0,008 (0,043)	-0,006	0,0	6,6

Obs.: <sup>a</sup> Nível de significância = 0,05

## 5. Os custos de capital das empresas do setor

As estimativas obtidas no item anterior correspondem ao custo de capital básico do setor de energia elétrica, que é o custo de capital de uma empresa sem empréstimos. À medida que uma empresa começa a tomar empréstimo, ela começa a ter que considerar três custos de capital em sua estrutura: o custo de capital de empréstimo, o custo de capital de risco ou acionário e o custo médio de capital da empresa.

Continuando a empregar a notação anterior, defina-se:

- $g_i$  = custo do capital acionário da empresa  $i$ ;
- $C_i$  = custo médio de capital da empresa  $i$ ;
- $S_i$  = valor do capital acionário da empresa  $i$ ;
- $D_i$  = valor do capital de empréstimo da empresa  $i$ ;
- $L_i$  = índice de endividamento da empresa  $i = D_i/(S_i + D_i)$ ;
- $r$  = taxa de juros (custo) de empréstimos sem risco ao setor.

Como o pagamento de juros é considerado como despesa, o custo efetivo de capital de empréstimo para a empresa é  $r(1-t)$ . O custo do capital acionário da empresa é derivado por Modigliani e Miller (1958 e 1963), sendo<sup>16</sup>

$$g_i = \rho + (1-t)(\rho-r)\frac{D_i}{S_i} \quad (10)$$

O custo médio de capital da empresa é a média de seus custos de capital de empréstimos e acionário, utilizando-se o índice de endividamento como fator de ponderação:<sup>17</sup>

$$C_i = g_i(1-L_i) + r(1-t)L_i = \rho(1-tL_i) \quad (11)$$

As estimativas do custo médio de capital das empresas de nossa amostra são apresentadas na tabela 5. O custo médio de capital das empresas oscila entre 12,6 e 17,3% reais ao ano e existe uma tendência geral crescente neste custo de capital. Observe que as tabelas também apresentam o índice de endividamento das empresas. A tendência geral deste índice é crescente, em particular para as empresas estatais. O crescimento do índice de endividamento atenuou o crescimento do custo médio de capital das empresas.

As estimativas do custo de capital acionário das empresas de nossa amostra são apresentadas nas tabelas 6 (a) a 6 (d) para taxas de juros variando de 4% a 10% reais ao ano. Os resultados são extremamente sensíveis à taxa de juros utilizada.<sup>18</sup> Para uma taxa de juros de 8% reais ao ano, o custo de capital de risco oscila entre 15,1% para a Cataguases em 1972 e 44,3% para a Cemig em 1976. Algumas das

<sup>16</sup> Observe que  $D_i/S_i$  é um índice de alavancagem do capital acionário da empresa. Quanto maior este índice, maior o risco e incerteza quanto à remuneração do capital acionário. O termo  $(1-t)(\rho-r)D_i/S_i$  é pois um prêmio de risco demandado pelos investidores de capital acionário da empresa.

<sup>17</sup> Substituindo-se a relação (10) na expressão do custo médio de capital, deriva-se que  $C_i = \rho(1-tL_i)$ , a segunda parte da relação (11). Isto implica que o custo médio de capital independe da taxa de juros.

<sup>18</sup> Isto pode ser constatado diferenciando-se a relação (10):  $dg/dr = -(1-t)D_i/S_i$ . Como  $t$  é baixo (0,06) e os níveis de alavancagem  $D_i/S_i$  são elevados, os resultados tornam-se extremamente sensíveis à taxa de juros utilizada.

Tabela 5  
O custo médio de capital das empresas

$$C_i = \rho(1 - tL_i)$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$L_i$	$C_i$	$L_i$	$C_i$	$L_i$	$C_i$	$L_i$	$C_i$	$L_i$	$C_i$
Eletrobrás	0,482	0,127	0,439	0,133	0,548	0,168	0,597	0,136	0,701	0,164
Light	0,346	0,128	0,277	0,135	0,356	0,170	0,424	0,137	0,584	0,165
Cesp	0,467	0,127	0,488	0,133	0,537	0,168	0,588	0,136	0,676	0,164
Cemig	0,605	0,126	0,638	0,132	0,673	0,167	0,675	0,135	0,761	0,163
CPFL	0,543	0,127	0,372	0,134	0,432	0,169	0,500	0,137	0,594	0,165
CBEE	0,537	0,127	0,563	0,132	0,560	0,168	0,603	0,136	0,689	0,164
CFLCL	0,294	0,129	0,199	0,135	0,100	0,173	0,156	0,140	0,212	0,169
CFLMG	0,624	0,126	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	0,621	0,126	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,465	0,128	0,440	0,134	0,514	0,169	0,565	0,137	0,675	0,165



Tabela 6 (a)

O custo de capital acionário das empresas para  $r = 4\%$  a.a.

$$g_i = \rho + (1-t)(\rho - r) \frac{D_i}{S_i}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$
Eletróbrás	0,930	0,211	0,782	0,208	1,210	0,326	1,479	0,281	2,350	0,460
Light	0,528	0,176	0,384	0,172	0,554	0,244	0,735	0,211	1,406	0,344
Cesp	0,876	0,206	0,953	0,224	1,161	0,320	1,426	0,276	2,082	0,427
Cemig	1,529	0,262	1,761	0,298	2,054	0,433	2,079	0,338	3,176	0,562
CPFL	1,190	0,233	0,592	0,191	0,762	0,270	0,999	0,236	1,464	0,351
CBEE	1,159	0,230	1,288	0,254	1,273	0,334	1,521	0,285	2,215	0,444
CFCL	0,416	0,167	0,257	0,160	0,111	0,188	0,185	0,159	0,269	0,204
CLMG	1,660	0,273	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,636	0,271	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,870	0,205	0,785	0,209	1,059	0,307	1,299	0,264	2,081	0,427

Tabela 6 (b)

O custo de capital acionário das empresas para  $r = 6\%$  a.a.

$$g_i = \rho + (1-t)(\rho - r) \frac{D_i}{S_i}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_i / S_i$	$g_i$	$D_i / S_i$	$g_i$	$D_i / S_i$	$g_i$	$D_i / S_i$	$g_i$	$D_i / S_i$	$g_i$
Eletrobrás	0,930	0,193	0,782	0,194	1,210	0,304	1,479	0,254	2,350	0,416
Light	0,528	0,166	0,384	0,165	0,554	0,233	0,734	0,197	1,406	0,318
Cesp	0,876	0,189	0,953	0,206	1,161	0,298	1,426	0,250	2,082	0,388
Cemig	1,529	0,233	1,761	0,264	2,054	0,394	2,079	0,299	3,176	0,502
CPFL	1,190	0,210	0,592	0,180	0,762	0,256	0,999	0,217	1,464	0,324
CBEE	1,159	0,208	1,288	0,230	1,273	0,310	1,521	0,257	2,215	0,402
CFLCL	0,416	0,159	0,257	0,156	0,111	0,186	0,185	0,155	0,269	0,199
CFLMG	1,660	0,242	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,636	0,240	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,870	0,189	0,785	0,194	1,059	0,287	1,299	0,240	2,081	0,388

Tabela 6 (c)

O custo de capital acionário das empresas para  $r = 8\%$  a.a.

$$g_i = \rho + (1-t)(\rho-r) \frac{D_i}{S_i}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$
Eletróbás	0,930	0,176	0,782	0,179	1,210	0,281	1,479	0,226	2,350	0,372
Light	0,528	0,156	0,384	0,158	0,554	0,223	0,735	0,183	1,406	0,291
Cesp	0,876	0,173	0,953	0,188	1,161	0,277	1,426	0,223	2,082	0,349
Cemig	1,529	0,204	1,761	0,231	2,054	0,355	2,079	0,260	3,176	0,443
CPFL	1,190	0,188	0,592	0,169	0,762	0,241	0,999	0,198	1,464	0,296
CBEE	1,159	0,187	1,288	0,206	1,273	0,286	1,521	0,228	2,215	0,360
CFLCL	0,416	0,151	0,257	0,151	0,111	0,184	0,185	0,152	0,269	0,194
CFLMG	1,660	0,211	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,636	0,209	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,870	0,173	0,785	0,179	1,059	0,268	1,299	0,215	2,081	0,349

Tabela 6 (d)

O custo de capital acionário das empresas para  $r = 10\%$  a.a.

$$g_i = \rho + (1-t)(\rho-r) \frac{D_i}{S_i}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$	$D_i/S_i$	$g_i$
Eletróbrás	0,930	0,158	0,782	0,164	1,210	0,258	1,479	0,198	2,350	0,328
Light	0,528	0,146	0,384	0,150	0,554	0,213	0,735	0,169	1,406	0,265
Cesp	0,876	0,157	0,953	0,170	1,161	0,255	1,426	0,196	2,082	0,310
Cemig	1,529	0,176	1,761	0,198	2,054	0,317	2,079	0,221	3,176	0,383
CPFL	1,190	0,166	0,592	0,158	0,762	0,227	0,999	0,180	1,464	0,269
CBEE	1,159	0,165	1,288	0,182	1,273	0,263	1,521	0,200	2,215	0,319
CFLCL	0,416	0,143	0,257	0,146	0,111	0,182	0,185	0,148	0,269	0,189
CFLMG	1,660	0,179	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,636	0,179	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,870	0,156	0,785	0,164	1,059	0,248	1,299	0,191	2,081	0,310

conclusões importantes das tabelas independem da taxa de juros utilizada. O nível de alavancagem das empresas estatais do setor é sempre crescente e atinge a 3,18 para a Cemig em 1976. O custo de capital acionário das estatais é superior ao custo de capital das empresas privadas do setor, uma consequência de sua maior alavancagem.

Não se pode escapar à conclusão de que os níveis de custo de capital de risco têm se tomado extremamente elevados no Brasil. Isto explica os baixos níveis de preços de ações em nossos mercados acionários. Os resultados evidenciam que uma das grandes causas deste alto custo de capital de risco é o alto nível de endividamento e alavancagem das empresas.

## 6. Os níveis de subsídios à capitalização do setor

Os custos de capital do setor, apresentados e discutidos nos itens anteriores, foram estimados com base em valores de mercado da firma, seus empréstimos e suas ações. Entretanto, o setor conta com capitalização subsidiada que avalia e subcreve os títulos das empresas a seu valor nominal. Caso valores nominais tivessem sido utilizados nas diversas equações, as estimativas de custo de capital obtidas seriam estimativas do custo de capital subsidiado do setor. Após obter estas estimativas este item prossegue para examinar o nível de subsídio no setor.

Para obter estimativas do custo médio de capital e do custo do capital acionário subsidiado das empresas, é preciso estimar o custo de capital básico subsidiado do setor, que será denotado por  $\rho_n$ . Isto é obtido ajustando-se a relação (6), após estimar  $(V - tD)$  por seu valor nominal, que será denotado por  $(V_n - tD_n)$ . Os resultados são apresentados na tabela 7 e as estimativas de  $\rho_n$  aparecem na última coluna da tabela. Este custo básico oscila entre 8,5 e 9,9% reais no período estudado. Estes estimadores são inferiores aos estimadores de  $\rho$ , oscilando o diferencial entre 4% e 7% nos diversos anos do período.<sup>19</sup>

Com as estimativas de  $\rho_n$  pode-se prosseguir para obter estimativas do custo médio de capital subsidiado das empresas do setor. Os resultados são apresentados na tabela 8. O custo médio de capital subsidiado oscila entre 7,7% reais ao ano para três empresas em 1975 e 9,8% reais ao ano para a Cataguases em 1976. Estes valores são sempre inferiores às taxas legais de remuneração do investimento das empresas de energia elétrica. A capitalização subsidiada viabiliza economicamente as empresas, sempre que elas alcançarem uma taxa de remuneração efetiva igual ou superior à taxa legal prefixada em seus estudos tarifários.

A capitalização subsidiada tem viabilizado o setor e caberia discutir como os subsídios são distribuídos pelas diversas empresas. Poder-se-ia pensar em examinar

<sup>19</sup> Observe que a evolução da constante  $a_0$  também sugere que o setor vem apresentando economias decrescentes de escala, mesmo utilizando-se valores nominais. Isto também é consistente com o sinal negativo de  $a_2$ , o coeficiente da variável crescimento que chega até a ser significativo em dois anos (1973 e 1975).

Tabela 7

O custo de capital básico subsidiado do setor

$$(V_n - tD_n) = a_0 + a_1 (\bar{X}^t - tR)^* + a_2 k(\bar{X}^t - tR) + U$$

Anos	Coeficientes de			$R^2$ Ajust.	$F_{Obs.}$	$F_{Tab.}^a$	$\rho_n$
	Constante	$(\bar{X}^t - tR)^*$	$k(\bar{X}^t - tR)$				
1972	-366,604	11,116 <sup>b</sup> (0,653)	0,669 (0,386)	0,998	1671,4	10,9	0,090
1973	-607,503	11,805 <sup>b</sup> (0,298)	-0,750 <sup>b</sup> (0,126)	0,999	4348,9	18,0	0,085
1974	- 220,924	10,495 <sup>b</sup> (0,553)	-0,440 (0,261)	0,997	896,0	18,0	0,095
1975	138,368	12,569 <sup>b</sup> (0,777)	-2,061 <sup>b</sup> (0,345)	0,994	468,7	18,0	0,080
1976	282,869	10,085 <sup>b</sup> (0,215)	-0,217 (0,106)	0,999	5597,7	18,0	0,099

Obs.: <sup>a</sup> Nível de significância = 0,01; <sup>b</sup> Estatisticamente significantes a nível de 0,01.

Tabela 8  
O custo médio de capital subsidiado das empresas

$$C_{ni} = \rho_n (1 - tL_{ni})$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$L_{ni}$	$C_{ni}$	$L_{ni}$	$C_{ni}$	$L_{ni}$	$C_{ni}$	$L_{ni}$	$C_{ni}$	$L_{ni}$	$C_{ni}$
Eletrobrás	0,456	0,088	0,451	0,083	0,559	0,092	0,540	0,077	0,590	0,095
Light	0,359	0,088	0,313	0,083	0,411	0,093	0,452	0,078	0,540	0,096
Cesp	0,385	0,088	0,391	0,083	0,455	0,092	0,451	0,078	0,515	0,096
Cemig	0,576	0,087	0,631	0,082	0,665	0,091	0,688	0,077	0,733	0,095
CPFL	0,560	0,087	0,475	0,083	0,453	0,092	0,509	0,078	0,537	0,096
CBEE	0,513	0,087	0,515	0,082	0,561	0,092	0,609	0,077	0,659	0,095
CFLCL	0,339	0,088	0,247	0,084	0,099	0,094	0,161	0,079	0,213	0,098
CFLMG	0,647	0,087	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	0,610	0,087	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,433	0,088	0,427	0,083	0,507	0,092	0,511	0,078	0,575	0,096

Obs.: O subscrito  $n$  indica estimativa por valor nominal.

esta distribuição através das diferenças entre o custo médio de capital subsidiado ( $C_{ni}$ ) das empresas. Esta diferença apresenta deficiências. Como  $C_i = \rho (1 - tL_i)$  e  $C_{ni} = \rho_n (1 - tL_{ni})$  as diferenças tenderão a ser idênticas para todas as empresas.<sup>20</sup> Isto torna o diferencial  $C_i - C_{ni}$  inadequado para examinar a distribuição de subsídios por empresas. Parece mais adequado examinar esta distribuição, considerando-se o custo de capital acionário subsidiado das empresas.

Utilizando-se valores nominais e as estimativas de  $\rho_n$ , podem-se obter estimativas do custo de capital acionário subsidiado das empresas através da relação (10). Os resultados são apresentados nas tabelas 9 (a) a 9 (d), para taxas de juros variando de 4 a 10% reais ao ano. O grau de subsídio de uma empresa genérica  $i$  pode então ser estimado por  $g_i - g_{ni}$ , a diferença entre o custo do capital acionário a valores de mercado e o custo do capital acionário a valores nominais. As estimativas dos níveis de subsídio para as diversas empresas são apresentadas na tabela 10 (a) a 10 (d), para taxas de juros variando entre 4 e 10% reais ao ano. Os resultados indicam que os níveis de subsídio ao setor sofrem uma tendência crescente atingindo a 25,3% reais ao ano em 1976. A distribuição dos subsídios claramente favorece as empresas estatais e as empresas privadas (Light e Cataguases) são as menos subsidiadas do setor.

Nos períodos mais recentes a Cemig tem sido a empresa favorecida com maior nível de subsídios e a Cataguases tem sido a empresa menos favorecida por subsídios. Cabe lembrar que no final de 1978 estas duas empresas estiveram envolvidas em disputa pela aquisição da Cia. Mineira de Eletricidade, via ofertas públicas. A Cemig saiu vencedora, com a maior oferta, o que representa uma clara evidência das distorções alocativas e econômicas que podem ser causadas pela existência de subsídios. A vantagem comparativa que decidiu um processo de oferta pública, analisada do ponto de vista estritamente econômico, foi o acesso à capitalização subsidiada.

## 7. Conclusões

O custo de capital básico do setor de energia elétrica, a valores de mercado, oscila entre 13 e 17,5% no período 1972-1976. Estes valores são superiores à taxa de remuneração mínima exigida pelo setor para novos investimentos. Não surpreendentemente o trabalho prossegue para concluir que o setor valoriza o crescimento das empresas de forma negativa e mostra retornos decrescentes de escala. O quadro sugere que os investimentos no setor vêm sendo excessivos.

<sup>20</sup> Isto ocorre porque o  $\rho$  e  $\rho_n$  são constantes para todas as empresas e, principalmente, porque  $t$  além de ser constante para todas as empresas é muito pequeno (0,06). Isto faz com que os  $C_i$ 's e os  $C_{ni}$ 's tendam a ser aproximadamente idênticos para todas as empresas. Por consequência o diferencial  $C_i - C_{ni}$  é inadequado para examinar a distribuição de subsídios por empresas.



Tabela 9 (a)

O custo de capital acionário subsidiado para  $r = 4\%$  a.a.

$$g_{ni} = \rho_n + (1-t)(\rho_n - r) \frac{D_{ni}}{S_{ni}}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$
Eletrobrás	0,838	0,129	0,821	0,120	1,268	0,161	1,174	0,124	1,439	0,179
Light	0,560	0,116	0,456	0,104	0,698	0,131	0,825	0,111	1,174	0,164
Cesp	0,626	0,119	0,642	0,112	0,835	0,138	0,821	0,111	1,062	0,158
Cemig	1,358	0,154	1,710	0,157	1,985	0,198	2,205	0,163	2,745	0,251
CPFL	1,273	0,150	0,905	0,123	0,828	0,138	1,037	0,119	1,160	0,163
CBEE	1,053	0,139	1,062	0,130	1,278	0,161	1,558	0,139	1,933	0,206
CFLCL	0,513	0,114	0,328	0,099	0,110	0,101	0,192	0,087	0,271	0,114
CFLMG	1,833	0,176	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,564	0,164	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,764	0,126	0,745	0,117	1,028	0,148	1,045	0,119	1,353	0,174

Obs.: O subscrito  $n$  indica estimativa no valor nominal.

Tabela 9 (b)

O custo de capital acionário subsidiado para  $r = 6\%$  a.a.

$$g_{ni} = \rho_n + (1-t)(\rho_n - r) \frac{D_{ni}}{S_{ni}}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$
Eletrobrás	0,838	0,114	0,821	0,104	1,268	0,137	1,174	0,102	1,439	0,152
Light	0,560	0,106	0,456	0,096	0,698	0,118	0,825	0,096	1,174	0,142
Cesp	0,626	0,108	0,642	0,100	0,835	0,122	0,821	0,095	1,062	0,138
Cemig	1,358	0,128	1,710	0,125	1,985	0,160	2,205	0,121	2,745	0,200
CPFL	1,273	0,126	0,905	0,106	0,828	0,122	1,037	0,099	1,160	0,142
CBEE	1,053	0,120	1,062	0,110	1,278	0,137	1,558	0,109	1,933	0,170
CFLCL	0,513	0,104	0,328	0,093	0,110	0,099	0,192	0,084	0,271	0,109
CFLMG	1,833	0,142	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,564	0,134	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,764	0,112	0,745	0,103	1,028	0,129	1,045	0,100	1,353	0,149

Obs.: O subscrito  $n$  indica estimativa por valor nominal.

Tabela 9 (c)

O custo de capital acionário subsidiado para  $r = 8\%$  a.a.

$$g_{ni} = \rho_n + (1 - t)(\rho_n - r) \frac{D_{ni}}{S_{ni}}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$
Eletrabrás	0,838	0,098	0,821	0,089	1,268	0,113	1,174	0,080	1,439	0,125
Light	0,560	0,095	0,456	0,087	0,698	0,105	0,825	0,080	1,174	0,120
Cesp	0,626	0,096	0,642	0,088	0,835	0,107	0,821	0,080	1,062	0,118
Cemig	1,358	0,103	1,710	0,093	1,985	0,123	2,205	0,080	2,745	0,148
CPFL	1,273	0,102	0,905	0,089	0,828	0,107	1,037	0,080	1,160	0,120
CBEE	1,053	0,100	1,062	0,090	1,278	0,113	1,558	0,080	1,933	0,134
CFLCL	0,513	0,095	0,328	0,087	0,110	0,097	0,192	0,080	0,271	0,104
CFLMG	1,833	0,107	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1,564	0,105	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0,764	0,097	0,745	0,089	1,028	0,109	1,045	0,080	1,353	0,123

Obs.: O subscrito  $n$  indica estimativa no valor nominal.

Tabela 9 (d)

O custo de capital acionário subsidiado para  $r = 10\%$  a.a.

$$g_{ni} = \rho_n + (1-t)(\rho_n - r) \frac{D_{ni}}{S_{ni}}$$

Empresas	1972		1973		1974		1975		1976	
	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$	$D_{ni}/S_{ni}$	$g_{ni}$
Eletrobrás	0.838	0.082	0.821	0.073	1.268	0.089	1.174	0.058	1.439	0.098
Light	0.560	0.085	0.456	0.079	0.698	0.092	0.825	0.064	1.174	0.098
Cesp	0.626	0.084	0.642	0.076	0.835	0.091	0.821	0.065	1.062	0.098
Cemig	1.358	0.077	1.710	0.061	1.985	0.086	2.205	0.039	2.745	0.096
CPFL	1.273	0.078	0.905	0.072	0.828	0.091	1.037	0.061	1.160	0.098
CBEE	1.053	0.080	1.062	0.070	1.278	0.089	1.558	0.051	1.933	0.097
CFLCL	0.513	0.085	0.328	0.080	0.110	0.094	0.192	0.076	0.271	0.099
CFLMG	1.833	0.073	x	x	x	x	x	x	x	x
CFLP	1.564	0.075	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	0.764	0.083	0.745	0.074	1.028	0.090	1.045	0.060	1.353	0.098

Obs.: O subscrito  $n$  indica estimativa no valor nominal.

Tabela 10 (a)

O nível de subsídio à capitalização acionária para  $r = 4\%$  a.a.

$$\Delta g = g_i - g_{ni}$$

Empresas	1972	1973	1974	1975	1976
Eletróbrás	0,081	0,089	0,166	0,157	0,282
Light	0,060	0,068	0,113	0,100	0,180
Cesp	0,087	0,112	0,182	0,166	0,269
Cemig	0,108	0,140	0,235	0,175	0,311
CPFL	0,083	0,068	0,132	0,117	0,188
CBEE	0,091	0,125	0,173	0,147	0,238
CFLCL	0,052	0,062	0,087	0,071	0,090
CFLMG	0,097	x	x	x	x
CFLP	0,107	x	x	x	x
Média	0,079	0,092	0,159	0,145	0,253

Tabela 10 (b)

O nível de subsídio à capitalização acionária para  $r = 6\%$  a.a.

$$\Delta g = g_i - g_{ni}$$

Empresas	1972	1973	1974	1975	1976
Eletróbrás	0,079	0,090	0,167	0,152	0,264
Light	0,060	0,069	0,115	0,101	0,176
Cesp	0,081	0,106	0,176	0,155	0,250
Cemig	0,105	0,139	0,234	0,178	0,302
CPFL	0,084	0,074	0,134	0,118	0,182
CBEE	0,088	0,120	0,173	0,148	0,232
CFLCL	0,055	0,063	0,087	0,071	0,090
CFLMG	0,100	x	x	x	x
CFLP	0,106	x	x	x	x
Média	0,077	0,091	0,158	0,140	0,239

Tabela 10 (c)

O nível de subsídio à capitalização acionária para  $r = 8\%$  a.a.

$$\Delta g = g_i - g_{ni}$$

Empresas	1972	1973	1974	1975	1976
Eletróbrás	0,078	0,090	0,168	0,146	0,247
Light	0,061	0,070	0,118	0,103	0,171
Cesp	0,077	0,100	0,170	0,143	0,231
Cemig	0,102	0,138	0,233	0,180	0,295
CPFL	0,086	0,079	0,135	0,118	0,177
CBEE	0,087	0,116	0,173	0,148	0,227
CFLCL	0,056	0,064	0,087	0,072	0,090
CFLMG	0,103	x	x	x	x
CFLP	0,105	x	x	x	x
Média	0,097	0,090	0,159	0,135	0,226

Tabela 10 (d)

O nível de subsídio à capitalização acionária para  $r = 10\%$  a.a.

$$\Delta g = g_i - g_{ni}$$

Empresas	1972	1973	1974	1975	1976
Eletróbrás	0,076	0,091	0,169	0,140	0,230
Light	0,062	0,072	0,121	0,105	0,167
Cesp	0,072	0,094	0,164	0,131	0,212
Cemig	0,098	0,137	0,231	0,183	0,287
CPFL	0,088	0,085	0,136	0,119	0,171
CBEE	0,085	0,112	0,174	0,149	0,222
CFLCL	0,058	0,066	0,087	0,072	0,090
CFLMG	0,107	x	x	x	x
CFLP	0,103	x	x	x	x
Média	0,073	0,090	0,158	0,131	0,212

O trabalho determina o custo de capital acionário do setor utilizando valores de mercado e usando os valores de face utilizados pelo Estado para fins de subscrição. O custo de capital de mercado é superior ao custo de capital *oficial* subsidiado. O nível de subsídio é significativo chegando a cerca de 30% reais ao ano para a Cemig, uma empresa estatal. O menor nível de subsídios, cerca de 9% reais ao ano, é o obtido pela Cataguases Leopoldina, uma empresa privada. O curioso é que estas duas empresas estiveram envolvidas em recente processo de ofertas públicas vencido pela Cemig. O acesso a subsídios talvez tenha sido sua vantagem comparativa no aspecto econômico.

### Abstract

This paper examines the cost of capital of electric utilities in Brazil in the 1972-1976 period. The paper also examines the extend of the dependence of the sector upon subsidies. The results indicate that the cost of capital of electric utilities increased from 13% in 1972 to 17% in 1976. The segment shows signs of decreasing returns to scale and increasing dependence upon subsidized capitalization. Access to subsidized capitalization may have been the determinant factor in the recent acquisition of Cia. Mineira de Eletricidade by Cemig through a take over bid.

### Anexo 1

#### Amostra de empresas utilizadas para estimar o custo de capital básico do setor

---

Centrais Elétricas Brasileiras S.A.	Eletrobrás
Light – Serviços de Eletricidade S.A.	Light
Centrais Elétricas de São Paulo S.A.	Cesp
Centrais Elétricas de Minas Gerais S.A.	Cemig
Cia. Paulista de Força e Luz	CPFL
Cia. Brasileira de Energia Elétrica	CBEE
Cia. Força e Luz Cataguases – Leopoldina	CFLCL
Cia. Força e Luz do Paraná	CFLP

---

Observação: a partir de 1973 a CFLP e a CFLMG foram incorporadas, à Cia. Paranaense de Energia Elétrica – Copel, alheia à amostra, e à Cemig, respectivamente.

## Anexo 2

### Amostra de empresas utilizadas para ajustar a relação de lucro econômico no primeiro estágio

---

#### *Região Norte*

Cia. de Eletricidade de Manaus	CEM
Centrais Elétricas do Amazonas S.A.	Celetamazon
Centrais Elétricas do Pará S.A.	Celpa

#### *Região Nordeste*

Centrais Elétricas do Maranhão S.A.	Cemar
Centrais Elétricas do Piauí S.A.	Cepisa
Cia. de Eletricidade do Ceará	Coelce
Cia. de Serviços Elétricos do Rio Grande do Norte	Cosern
Cia. Hidro-Elétrica do São Francisco	CHESF
S.A. de Eletrificação da Paraíba	Saelpa
Cia. de Eletricidade de Pernambuco	Celpe
Cia. de Eletricidade de Alagoas	Ceal
Empresa Distribuidora de Energia em Sergipe S.A.	Energipe
Cia. de Energia Elétrica da Bahia	CEEB
Cia. de Eletricidade do Estado da Bahia	Coelba

#### *Região Sudeste*

Centrais Elétricas de São Paulo S.A.	CESP
Cia. Paulista de Força e Luz	CPFL
Centrais Elétricas Fluminense S.A.	CBEE
Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.	Escelsa
Cia. Força e Luz Cataguases-Leopoldina	CFLCL
Centrais Elétricas de Minas Gerais	Cemig
Cia. Força e Luz de Minas Gerais	CFLMG
Light – Centrais Elétricas S.A.	Light
Furnas – Centrais Elétricas S.A.	Furnas

#### *Região Centro-Oeste*

Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.	Cemat
Centrais Elétricas de Goiás S.A.	CELG
Cia. de Eletricidade de Brasília	CEB

#### *Região Sul*

Cia. Paranaense de Eletricidade	Copel
Cia. Força e Luz do Paraná	CFLP
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	Celesc
Cia. Estadual de Energia Elétrica do RS	CEEE-RS
Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.	Eletrosul

---

Observação: Em 1974, excluem-se a CFLP e a CFLMG pelas razões já citadas anteriormente, bem como a CEEB, absorvida pela Coelba. A partir de 1975 incorpora-se à amostra a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. – Eletronorte.



## Bibliografia

- Johnston, J. *Econometric methods*. New York, McGraw-Hill, 1963.
- Lintner, J. The Valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 47 (1): 13-37, Feb., 1965.
- Litzenberger, R. & Rao, G. Estimates of the marginal rate of time preference and average risk aversion of investors in electric utility shares: 1960-66. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, New York, American Telephone & Telegraph Co., 11 (1): 265-77, Spring, 1971.
- McDonald, J. Required return in public utility equities: a national and regional analysis, 1959-1969. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, New York, American Telephone & Telegraph Co., 11 (2): 503-14, Autumn, 1971.
- Miller, M. & Modigliani, F. Dividend policy, growth and the valuation of shares. *Journal of Business*, 34: 411-33, Oct. 1961.
- . Some estimates of the cost of capital to electric utility industry. *The American Economic Review*, 56 (3): 261-97, June, 1966.
- Modigliani, F. & Miller, M. The Cost of capital, corporate finance, and the theory of investment. *The American Economic Review*, Nashville, American Economic Assn., 48 (3): 261-97, June, 1958.
- . Corporate income taxes and the cost of capital: a correction. *The American Economic Review*, 53 (3), June, 1963.
- Mossin, I. Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica*, 39 (4): 768-83, Oct., 1966.
- Sharpe, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19 (3): 425-42, Sept., 1964.