

Termo de Parceria Nº 130017.00/2005 entre a
Organização Social Economia e Energia – e&e e o
Ministério da Ciência e Tecnologia

**Relatório referente ao
Item 2.2 (a) - Diagnóstico do Setor de Eletricidade**

Coordenador: Carlos Feu Alvim
Equipe Técnica:
Lothario Deppe

Julho 2009



DIAGNÓSTICO DO SETOR DE ELETRICIDADE

Resumo

Foi realizado um diagnóstico do Setor de Eletricidade brasileiro através do Indicador Produtividade do Capital (e seu inverso, a Relação K/Y) para o período 1970 a 2007, período para o qual existem dados compreensivos e de qualidade razoável relativamente a consumo de energia elétrica, preços da energia elétrica fornecida ao consumidor final, bem como a investimentos globais. Os períodos de turbulência macroeconômica pelos quais o Brasil passou durante este período levam a que os dados econômicos devam ser avaliados com este cuidado em mente, sempre que atualizações monetárias tenham que ser realizadas. No presente caso, todos os valores foram atualizados ao nível de 2007, sendo dados em termos de R\$ base 2007. Ressalvados estes cuidados, os dados econômicos são considerados de boa qualidade.

O Setor de Eletricidade é definido como um todo, englobando os setores de

- Geração em grosso de energia;
- Transmissão em alta tensão
- Distribuição ao consumidor final

O Consumo atual final brasileiro é da ordem de 2.200 kwh/hab/ano, muito baixo em comparação com aquele de países desenvolvidos e um pouco abaixo do consumo esperado para grau de desenvolvimento do País. O crescimento do consumo tem sido da ordem de 5% ao ano em anos recentes. Durante a década de 70 ultrapassou 10% ao ano, mas chegou a ser negativo em 7% durante o "apagão" em 2001. Para 2020 projeta-se um consumo de 3.300 kwh/hab/ano, ainda abaixo daquele observado hoje em países de desenvolvimento mediano.

Há necessidade de compatibilizar os dados compreensivos existentes relativamente a consumo e tarifa. No presente relatório ambos serão divididos nas seguintes classes, que representam cada um cerca da metade do consumo final:

- "Industrial", correspondendo a em 2007 a 53,62% do consumo e tarifa de R\$ 269,96/Mwh
- "Residencial", correspondendo em 2007 a 46,38% do consumo e tarifa de R\$ 400,63/Mwh

resultando num tarifa ponderada de R\$ 330,56/Mwh em 2007.

Durante o período desde o fim a segunda metade da década de 70 e até a segunda metade da década de 90 (um período total de 20 anos) as tarifas de energia elétrica foram utilizadas com o objetivo de colaborar no combate à inflação sofrendo as consequências do descontrole macro econômico do Brasil. A tarifa ponderada média que era de R\$ 350,00/Mwh na primeira metade da década de 70 caiu para até R\$ 200,00/Mwh nas décadas de 80 e 90, e se recuperou a partir de 2000, atingindo novamente o patamar razoável (em termos de remuneração do capital). As consequências desta ação foram desvantajosas para o setor.



Os investimentos realizados no Setor de Eletricidade foram obtidos das estatísticas relevantes e mostram redução constante a partir da década de 80, de maneira brusca e constante. Houve uma pequena recuperação a partir do fim da década de 90. Para o cálculo do Estoque de Capital relativo ao setor, adotou-se os valores mostrados abaixo:

- Depreciação linear em 60 anos, em média, ou seja 1,67% por ano
- Reinvestimentos de 0,3% do investimento acumulado por ano

Itens Adquiridos de Terceiros pelo setor (exclusive combustível) foram estimados em R\$ 20,00 por Mwh vendido ao consumidor final, a partir de dados obtidos dos Relatórios de CEMIG e LIGHT. Custos de combustível para usinas térmicas variam muito, dependendo do tipo de usina, mas por outro lado não são muito importantes porque a geração térmica é sempre muito pequena (menos de 10%). Estimou-se o custo de combustível médio como R\$ 30,00 por Mwh gerado pelas usinas térmicas.

Com estes dados é possível calcular a Produtividade do Capital do setor. A produtividade foi relativamente elevada na década de 70 (caindo no entanto de 14 para 9% aa), por causa da tarifa elevada e apesar dos investimentos elevados que foram realizados. Na década de 80 a produtividade caiu para níveis baixos (cerca de 8% aa) por causa das baixas tarifas e apesar da redução dos investimentos. Houve recuperação acentuada (até 18%) a partir da segunda metade da década de 90, por causa da recuperação das tarifas, e apesar da relativa recuperação dos investimentos.

Os dados relativos ao investimento no setor mostram algumas distorções que não são explicáveis de maneira simples. Durante o período em análise, os investimentos caíram em períodos extensos de maneira considerável tanto em valores relativos quanto absolutos, enquanto a geração e o consumo multiplicaram por 10. Por outro lado, o mercado está bem atendido, se ressalvamos o "apagão" de 2001, que pode em parte ser debitado a uma "má sorte" no regime de chuvas. Não está claro o que causa estas distorções e este trabalho não se ocupa da explicação.

<u>ÍNDICE</u>	<u>Pg.</u>	
1.- INTRODUÇÃO	6	
2.- A DEFINIÇÃO DO SETOR DE ELETRICIDADE	7	
3.- O CONSUMO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA	9	
4.- AS TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O CONSUMIDOR FINAL	12	
5.- A PRODUTIVIDADE DO CAPITAL DE 1970 A 2007	14	
5.1.- Introdução	14	
5.2.- Investimentos e estoque de capital existentes entre 1970 e 2007	14	
5.3.- Custo de Itens Adquiridos de Terceiros (exclusive combustível)	17	
5.3.1.- CEMIG	17	
5.3.2.- LIGHT	20	
5.3.3.- Custo de Itens Adquiridos de Terceiros (excl. combustível)	20	
5.3.4.- O custo do combustível na geração térmica	21	
5.4.- O faturamento total e o valor adicionado	21	
5.5.- A Produtividade do Capital e a Relação K/Y	22	
6.- O SETOR DENTRO DA ECONOMIA BRASILEIRA	24	
7.- PROPOSTA PARA A CONTINUIDADE DOS TRABALHOS	27	
REFERÊNCIAS	28	
LISTA DE FIGURAS		
<u>Nº</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>Pg</u>
2.1	DEFINIÇÃO DO SETOR DE ELETRICIDADE	9
3.1	CONSUMO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA TARIFADA	10
3.2	CRESCIMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	10
4.1	TARIFAS NO BRASIL	12
5.1	INVESTIMENTOS NO SETOR DE ELETRICIDADE (bi R\$	15



	2007)	
5.2	ESTOQUE DE CAPITAL NO SETOR DE ELETRICIDADE	17
5.3	FATURAMENTO TOTAL E VALOR ADICIONADO	22
5.4	SETOR DE ELETRICIDADE - PRODUTIVIDADE DO CAPITAL	22
5.5	SETOR DE ELETRICIDADE - RELAÇÃO K/Y	23
6.1	INVESTIMENTOS NO SETOR DE ELETRICIDADE (% investimento global)	24
6.2	INVESTIMENTOS NO SETOR DE ELETRICIDADE (% do PIB)	24
6.3	INVESTIMENTOS INICIAIS TOTAIS EM GERAÇÃO (períodos de 5 anos)	26

LISTA DE TABELAS

<u>Nº</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>Pg</u>
3.1	CONSUMO DE ELETRICIDADE EM 2007	9
3.2	REDEFINIÇÃO DE CLASSES DE CONSUMO DA CEMIG	10
3.3	CLASSES DE CONSUMO	10
4.1	COMPARAÇÃO DE TARIFAS	13
5.1	CEMIG - DEPRECIAÇÃO MÉDIA (RELATÓRIO DE 2007) (%/ano)	16
5.2	CEMIG - CUSTO DE RENOVAÇÃO DE USINAS (REL. 2007) (US\$/kw)	16
5.3	CEMIG - DESEMPENHO FINANCEIRO (mil R\$)	18
5.4	CEMIG (ÁREA DE GERAÇÃO) - DESEMPENHO FINANCEIRO (mil R\$)	18
5.5	CEMIG - ENERGIA VENDIDA DIRETAMENTE AO CONSUMIDOR FINAL	19
5.6	CEMIG - CUSTO DE ITENS ADQUIRIDOS DE TERCEIROS	19
5.7	LIGHT – BALANÇO DE 2008 (dados de interesse)	20
5.8	LIGHT – CUSTO DE ITENS ADQUIRIDOS DE TERCEIROS	20
5.9	PNE 2030 - CUSTO DO COMBUSTÍVEL NA GERAÇÃO TÉRMICA	21
5.10	PARCELA DE GERAÇÃO TÉRMICA EM RELAÇÃO À GERAÇÃO TOTAL	21

1 - INTRODUÇÃO

O Setor de Eletricidade é um dos importantes setores de infraestrutura do Brasil, tendo consumido uma parcela considerável dos investimentos nacionais nas últimas dezenas de anos e deverá continuar consumindo parcelas razoáveis nas próximas dezenas de anos. Para que se possa ter uma idéia do crescimento do setor, a tabela abaixo mostra aproximadamente a capacidade instalada em geração no Brasil:

- Em 1970 - 10.000 Mw
- Em 2005 - 95.000 Mw
- Em 2030 - 220.000 Mw (previsão Plano 2030)

O nível de consumo de energia elétrica por uma sociedade é um indicador de seu grau de desenvolvimento econômico. Mesmo com estas projeções de certa maneira ambiciosas, os indicadores econômicos brasileiros nos próximos anos serão bastante inferiores em comparação com valores já atingidos por economias desenvolvidas hoje. Por exemplo, em 2020 (essa e outras projeções apresentadas se baseiam no cenário básico das projeções do Plano 2030 da EPE/MME) os seguintes indicadores podem ser calculados para o Brasil:

- PIB (US\$ 2007 /hab/ano)	10.000,00
- Consumo de eletricidade (kwh/hab/ano)	3.300

Estes indicadores já são hoje largamente ultrapassados por países desenvolvidos médios.

As condições de contorno relativas à análise do Setor de Eletricidade são, em certa medida, estabelecidas pela disponibilidade dos dados necessários. Efetivamente, em geral existem dados compreensivos disponíveis desde 1970.

Quanto à sua qualidade, existem dados de boa qualidade relativos aos investimentos históricos no setor de eletricidade global (geração mais transmissão mais distribuição) e aos preços finais da energia elétrica. Mas estes dados econômicos foram obviamente contaminados pelos problemas macro-econômicos pelos quais o país passou nas últimas décadas e as suas atualizações econômicas devem ser vistas com este fato em mente. Existem dados históricos de qualidade muito boa relativos à produção primária e ao consumo final de energia elétrica.

O Setor de Eletricidade é regulado, a partir de 1995 através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Até época bem recente o setor era quase totalmente composto por empresas estatais. Apenas em época recente houve uma relativa liberalização nos setores de geração e transmissão. A compra dos serviços de geração e transmissão é atualmente realizada através de um sistema de leilões públicos promovidos pela ANEEL, existindo portanto uma disponibilidade de dados relativos a estes leilões. No entanto, dados semelhantes não são conhecidos para épocas anteriores à liberalização.

Recentemente a e&e realizou um relatório (Ref 4) com o diagnóstico do setor ao nível de geração, utilizando alguns poucos dados disponíveis e muitos dados estimados. Aquele relatório complementa o presente relatório.

2.- A DEFINIÇÃO DO SETOR DE ELETRICIDADE

Para fins do presente relatório, o Setor de Eletricidade é definido como um todo, englobando todas as empresas que operam nas áreas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade ao consumidor final. A Figura 2.1 abaixo mostra de maneira objetiva e clara a definição do Setor de Eletricidade estabelecida para fins das análises feitas no presente relatório.

DEFINIÇÃO DO SETOR DE ELETRICIDADE

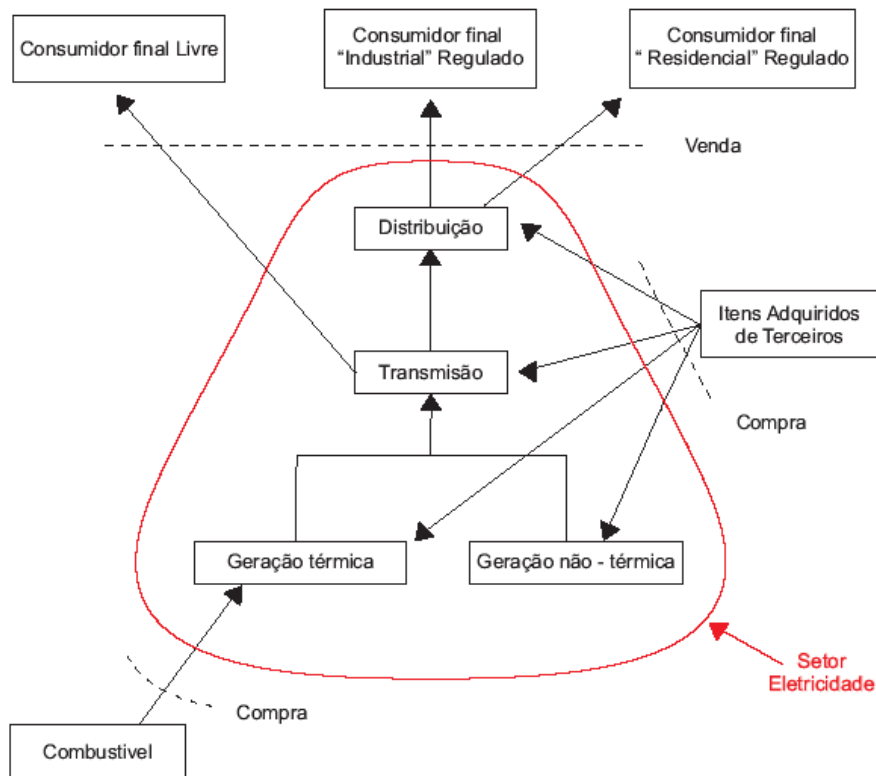


Figura 2.1 – O Setor de Eletricidade “fechado” adquire muitos poucos Itens de Terceiros

A definição foi estabelecida principalmente em razão do escopo e da qualidade dos dados históricos existentes. Com esta definição foi possível compatibilizar, de uma maneira razoável, os dados de boa qualidade existentes relativos a:

- **venda de energia**, que são apresentadas de maneira global no Balanço Energético Nacional (BEN), em termos de venda ao consumidor final e em diversas categorias de consumo (Residencial, Comercial, Público, Agropecuário, Transportes e Industrial);
- **tarifas**, que são apresentadas no BEN como médias para o Brasil e também em termos de venda ao consumidor final, mas divididas em apenas duas classes (Residencial e Industrial);
- **investimentos**, que são apresentados de maneira global nas estatísti-



cas relevantes para o Setor Eletricidade como um todo (Geração mais Transmissão mais Distribuição).

O Setor de Eletricidade assim “fechado” compõe-se de todas as empresas que operam nas áreas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade. Como interfaces externas existem apenas:

- **a venda de energia** para os consumidores finais, tanto os regulados quanto os livres
- **a compra de itens de consumo** fornecidos por terceiros, para todas as áreas
- **a compra de combustível** para as usinas térmicas

No Brasil, a geração de origem térmica é muito pequena (em geral menos de 10%), o que leva a que apenas uma pequena quantidade (em valores relativos) de combustível seja adquirida pelo Setor. Adicionalmente, é pequeno o volume de outros Itens Adquiridos de Terceiros. Estes dois fatos levam a que o Valor Adicionado pelo setor de eletricidade como um todo seja substancialmente dado pelo valor da energia vendida ao consumidor final.

Resultados completamente diferentes serão obtidos se os setores (ou empresas) internos forem analisados separadamente. Por exemplo, uma empresa de distribuição vende energia ao consumidor final, mas tem uma despesa grande em Itens Adquiridos de Terceiros, porque compra energia em grosso de geradoras, paga a transmissão também para terceiros, e adquire outros itens necessários. O Valor Adicionado por uma empresa de distribuição, portanto, é proporcionalmente muito menor do que o valor da receita proporcionada pela venda de energia ao consumidor final.

3.- O CONSUMO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA

O Balanço Energético Nacional (BEN) (Ref. 1), emitido anualmente pelo Ministério das Minas e Energia, apresenta dados para o consumo final de energia elétrica desde 1970, dividido por diversas classes de consumo como mostrado na tabela abaixo. As classes apresentadas infelizmente não coincidem com as classes de tarifa apresentadas no mesmo BEN, e que são as seguintes:

- Industrial
- Residencial

Isto tornará necessário que algumas manipulações sejam efetuadas para uma compatibilização entre os dados de consumo e os dados relativos a tarifas. Na tabela abaixo apresentamos o consumo apresentado no BEN em 2007 e a consolidação que foi efetuada para compatibilizar os dados de consumo com as classes de tarifa.

CONSUMO DE ELETRICIDADE EM 2007		
BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL		Redefinição das classes de consumo para compatibilização com as classes de tarifa
CLASSE	Gwh/a	
Consumo final energético	412.130	
Setor Energético	17.269	Não tarifado (consumo próprio)
Residencial	90.881	Residencial
Comercial	58.535	Residencial
Público	33.718	Residencial
Agropecuário	17.536	Industrial
Transportes	1.575	Industrial
Ferrovário	1.575	
Industrial	192.616	Industrial
Cimento	4.313	
Ferro-gusa e aço	18.363	
Ferro-ligas	8.675	
Mineração e pelletização	10.792	
Não ferrosos e outros metal	38.056	
Química	23.084	
Alimentos e bebidas	22.396	
Textil	7.963	
Papel e celulose	16.578	
Cerâmica	3.307	

Tabela 3.1- As classes de consumo e tarifa apresentadas no Balanço Energético Nacional não coincidem e é necessário redefini-las para compatibilizar

Adicionalmente, nem as classes de consumo, nem as classes de tarifa apresentados no BEN coincidem com as classes de tarifa praticadas pelas concessionárias de distribuição. Apenas para fins de comparação, a tabela abaixo mostra a comparação entre os valores de consumo redefinidos como mostrado acima com aqueles obtidos pela CEMIG em 2007 (Ref. 2), também redefinidos de uma maneira razoável para que uma comparação fosse possível.

REDEFINIÇÃO DE CLASSES DE CONSUMO DA CEMIG			
CLASSE	VENDAS		Redefinição para compatibilização
	Gwh/a	(%)	
Industrial	24.686	55,3	Industrial
Residencial	8.649	19,4	Residencial
Comercial	5.549	12,4	Residencial
Rural	2.212	5,0	Industrial
Outros	3.507	7,9	Residencial
Total	44.603	100,0	

Tabela 3.2 – As classes de tarifa da CEMIG não coincidem com as classes dados no Balanço Energético Nacional.

Na tabela abaixo, e para fins de comparação, mostramos os dados finais das redefinições do BEN e de CEMIG.

CLASSES DE CONSUMO		
	% DO CONSUMO EM 2007	
	BEN redefinido	CEMIG redefinido
Industrial	53,62	60,30
	46,38	39,70
Total	100,00	100,00

Tabela 3.3 – A redefinição das classes de consumo

Nota-se pelos resultados que existe uma certa compatibilização, se não completa mas razoavelmente adequada. Em consequência, para fins do presente relatório as classes de consumo dadas no Balanço Energético Nacional foram redefinidas como indicado. Durante todo o período em análise a classe de consumo "Industrial" é um pouco superior à classe "Residencial" com exceção do período 1998 a 2001, quando ocorreu o denominado "apagão" e o consumos total e industrial chegaram a diminuir. Os resultados resultantes de consumo final tarifado de energia elétrica, por classes, estão mostrados na figura abaixo.

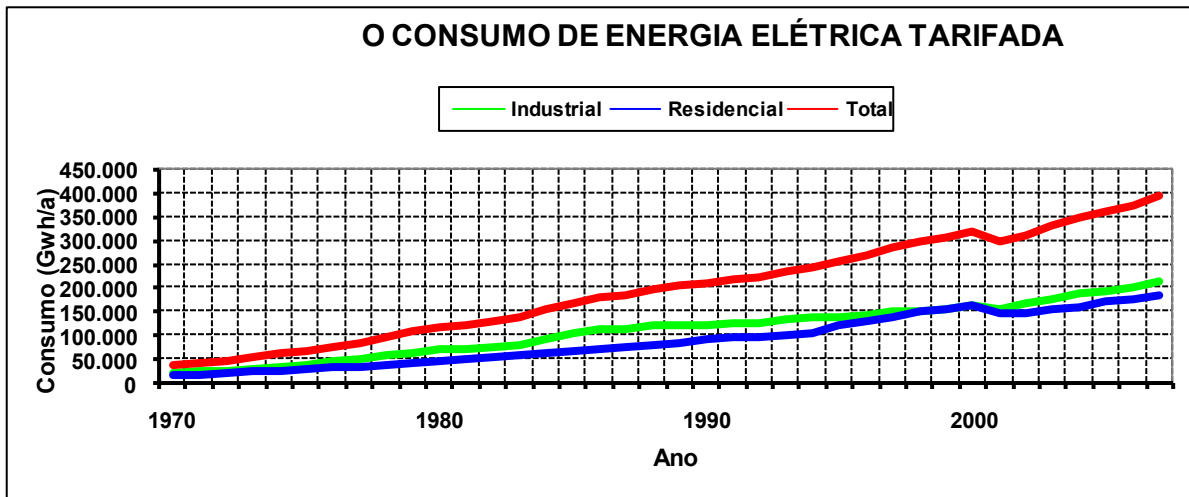


Figura 3.1 – O consumo brasileiro de energia elétrica decuplicou desde 1970

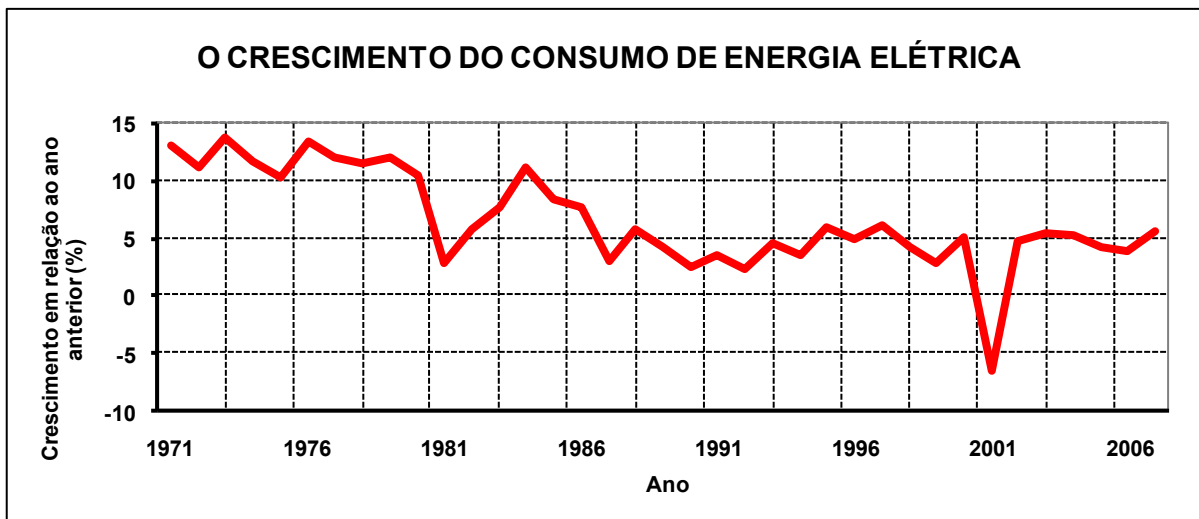


Figura 3.2 – O crescimento do consumo brasileiro de energia elétrica foi muito elevado na década de 70 mas caiu nos anos recentes

O Consumo atual brasileiro é da ordem de 2.200 kwh/hab/ano, muito baixo em comparação com aquele de outros países. O crescimento do consumo tem sido da ordem de 4,5% a 5% ao ano em anos recentes. Durante a década 70 ultrapassou 10% ao ano, mas chegou a ser negativo em 7% durante o "apagão" em 2001

4.- AS TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O CONSUMIDOR FINAL

O Balanço Energético Nacional (BEN) contém uma compilação dos preços médios anuais nacionais da energia elétrica fornecida ao consumidor final desde 1973, em moeda nacional corrente e em em US\$, convertido ao US\$ médio do ano. Uma correção destes valores foi realizada para o Real (R\$) base 2007 (Ref. 3). Os resultados são apresentados abaixo. Os valores de 1970 a 1972 foram obtidos por meio de uma extrapolação consistente dos dados de 1973 e posteriores.

Com já foi comentado, os dados do BEN apresentam apenas as tarifas divididas em apenas duas classes:

- Tarifa “Residencial”, mais elevada
- Tarifa “Industrial”, mais baixa

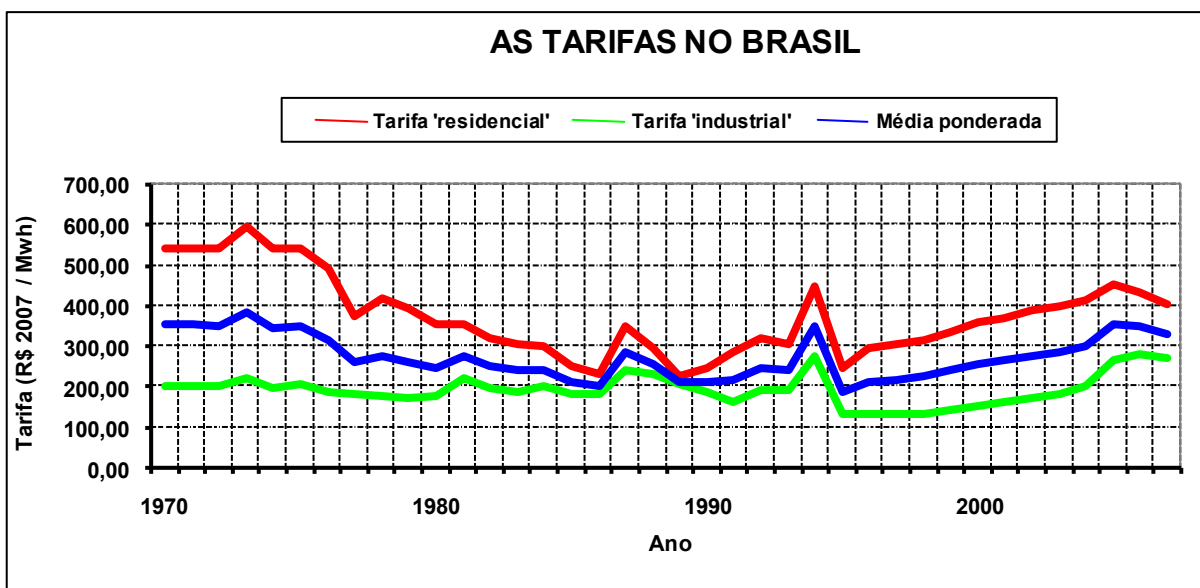


Figura 4.1 – As tarifas no Brasil caíram muito desde meados da década de 70 e somente se recuperaram recentemente

A simples observação desta figura demonstra claramente o período desde o fim da segunda metade da década de 70 e até a segunda metade da década de 90 (um período total de 20 anos) quando as tarifas de energia foram reduzidas com o objetivo de colaborar no combate à inflação e como consequência do descontrole macro econômico do Brasil. As consequências desta ação foram desvantajosas para o setor, e serão visíveis nas análises posteriores, quando se verificará a perda de produtividade que o setor experimentou neste período.

Para épocas mais recentes, valores reais de tarifas podem ser observados a partir de relatórios de algumas empresas, apesar de por vezes os valores não serem claramente indicados nos relatórios das empresas, talvez como estratégia comercial. A CEMIG é uma empresa de cujos relatórios dados razoavelmente compreensíveis podem ser obtidos e valores calculados de maneira mais ou menos simples. Às vezes mesmo, dados são dados claramente. É o caso do Relatório de 2007 (Ref. 2), onde são apresentadas as

tarifas no período 2003 a 2007. Mostramos na figura seguinte estes dados, e como ilustração os dados do BEN de mesma denominação

COMPARAÇÃO DE TARIFAS (R\$/Mwh)						
CLASSE	CEMIG					BEN
	2003	2004	2005	2006	2007	2007
Industrial	132,39	154,38	124,41	128,04	136,93	269,96
Residencial	356,95	416,26	474,2	487,52	505,70	400,63
Comercial	305,89	356,03	410,81	435,97	449,51	
Rural	186,42	214,42	249,13	265,27	270,65	
Média ponderada				245,73	267,08	330,56

Tabela 4.1 – As tarifas médias apresentadas pelo BEN são muito superiores àquelas da CEMIG

Os dados do Balanço Energético Nacional são dados médios e as definições não coincidem bem com dados de empresas individuais. Os valores médios dados pelo BEN são muito superiores àqueles dados pela CEMIG em seu relatório, o que deve significar que a CEMIG pratica tarifas bem inferiores (em cerca de 19%) àquelas médias do país.

As empresas praticam mais Classes de tarifa que aquelas indicadas no BEN. De qualquer maneira, as classes Industrial e Residencial são as mais importantes do ponto de vista da energia vendida.

O Relatório 2008 da LIGHT (Ref. 4) não fornece qualquer informação sobre tarifas, nem é possível realizar cálculos indiretos para ter alguma idéia do seu valor. As faturas de consumo residencial em julho 2009 definem uma tarifa de R\$ 467,26 por Mwh, cerca de 8% inferior àquela praticada pela CEMIG.

5.- A PRODUTIVIDADE DO CAPITAL DE 1970 A 2007

5.1.- Introdução

Para o cálculo da Produtividade do Capital no Setor de Eletricidade, como definido no presente relatório, são necessários dados relativos a:

- o produto da venda de eletricidade ao consumidor final,
- o estoque de capital existente, e
- o valor dos itens adquiridos de terceiros.

O produto da venda da eletricidade ao consumidor final pode ser calculado facilmente com os dados desenvolvidos anteriormente quanto ao preço da eletricidade e quanto ao consumo final. Cabe agora desenvolver a metodologia que permitirá calcular o estoque de capital existente no período e o valor dos itens adquiridos de terceiros.

A parte mais complexa dos cálculos refere-se à estimativa do custo dos Itens Adquiridos de Terceiros, porque não existem estatísticas consolidadas e é necessário valer-se de dados de empresas individuais, sendo que não está claro se as definições utilizadas nas empresas são completamente consistentes. No presente relatório optou-se por avaliar os Relatórios Anuais de duas empresas representativas do setor (a CEMIG e a LIGHT) e obter alguns dados a partir destes Relatórios. Por outro lado e como já comentado, o valor final deste custo é relativamente pequeno em relação à tarifa de venda, o que significa que qualquer erro cometido não introduz erros substanciais nos resultados finais.

5.2.- Investimentos e estoques de capital existentes entre 1970 e 2007

Os investimentos realizados no setor energia elétrica são retirados da Ref. 3. Na figura seguinte eles são mostrados convertidos para R\$ de 2007. Nota-se a redução constante dos investimentos a partir da década de 80, de maneira brusca e constante. Houve uma pequena recuperação a partir do fim da década de 90.



Figura 5.1 – Os investimentos no setor de eletricidade caíram substancialmente na década de 80 e somente começaram a se recuperar a partir de 1995

É uma surpresa que no período de 35 anos analisado, quando o Brasil multiplicou por 10 a geração e o consumo de energia elétrica, os investimentos tenham evoluído (em valores absolutos corrigidos para R\$ de 2007), de uma média anual de

- R\$ 28 bi por ano de 1975 até 1990, para
- R\$ 14 bi por ano de 1990 até 2000, com recuperação para
- R\$ 18 bi por ano desde 2000

É possível que exista alguma distorção nestes dados, uma vez que o Brasil passou por uma época de grande turbulência econômica e financeira neste período. É possível que as correções monetárias que foram realizadas para levar os dados históricos para valores em R\$ de 2007 não sejam as adequadas ou que nem seja mais possível estabelecer algum parâmetro que introduza alguma lógica nestes dados históricos. Este ponto é comentado mais no item 6, quando algumas comparações serão realizadas.

Para o cálculo do estoque de capital a partir dos dados de investimento mostrados é necessário que alguns parâmetros sejam assumidos. Os principais parâmetros são:

- Assumiu-se a existência, em 1969, de 10.000 Mw em usinas e os correspondentes sistemas de transmissão e distribuição, construídos ao longo de 30 anos ao custo total de aproximadamente US\$ 6.000/kw, em valores de 2007
- Assumiu-se que o estoque inicial de capital em 1969, correspondente a estas usinas e sistemas seja de R\$ 84,00 bi
- Assumiu-se depreciação linear em 60 anos em média, ou seja 1,67% por ano
- Assumiu-se a realização de reinvestimentos de 0,3% do investimento acumulado por ano

A depreciação média adotada pela CEMIG é superior à especificada acima, como se pode ver na tabela abaixo

CEMIG - DEPRECIÇÃO MÉDIA (RELATÓRIO DE 2007) (%/ano)	
Usinas hidroelétricas	2,47
Usinas térmicas	3,90
Transmissão	3,03
Distribuição (incl. transmissão associada)	5,08

Tabela 5.1 – CEMIG - Parâmetros de depreciação

As decisões sobre depreciação, para uma empresa, são mais influenciadas por critérios contábeis de maximização de benefícios fiscais do que pelo real tempo de vida dos ativos. A utilização de 2,47% por ano para depreciação de uma usina hidroelétrica, por exemplo, assume implicitamente que o tempo de vida da usina é de apenas 40 anos, quando se sabe que estas usinas facilmente ultrapassam 80 anos. No caso da presente análise optou-se por utilizar tempos de vida mais realistas para que a análise econômica fizesse mais sentido.

Quanto ao volume de reinvestimentos, igualmente o Relatório da CEMIG oferece alguns dados interessantes. Algumas usina hidroelétricas estão sendo renovadas aos seguintes custos:

CEMIG – CUSTO DE RENOVAÇÃO DE USINAS (RELATÓRIO 2007) (US\$/kw)	
Três Marias	67
Jaguara	71
Salto Grande	83

Tabela 5.2 – CEMIG - Custos de renovação das usinas hidroelétricas

São todas usinas com mais de 30 anos de operação, e não se sabe se esta é a primeira renovação destas usinas. De qualquer maneira, a renovação citada corresponde a cerca de 5% do investimento inicial nas usinas, em média cerca 0,17% ao ano se for considerado o tempo de 30 anos de vida média das usinas. No caso do presente relatório utilizamos 0,3% do investimento acumulado, em média, por ano.

Com estes dados é simples realizar os cálculos relativos ao estoque de capital existente ao final de cada ano. Os resultados estão mostrados na figura abaixo. Refletindo os dados de investimentos realizados, o estoque de capital também cresceu menos que o consumo de eletricidade. No período 1970 – 2007:

- o consumo de energia elétrica multiplicou por 10, e
- o estoque de capital multiplicou por 7,5

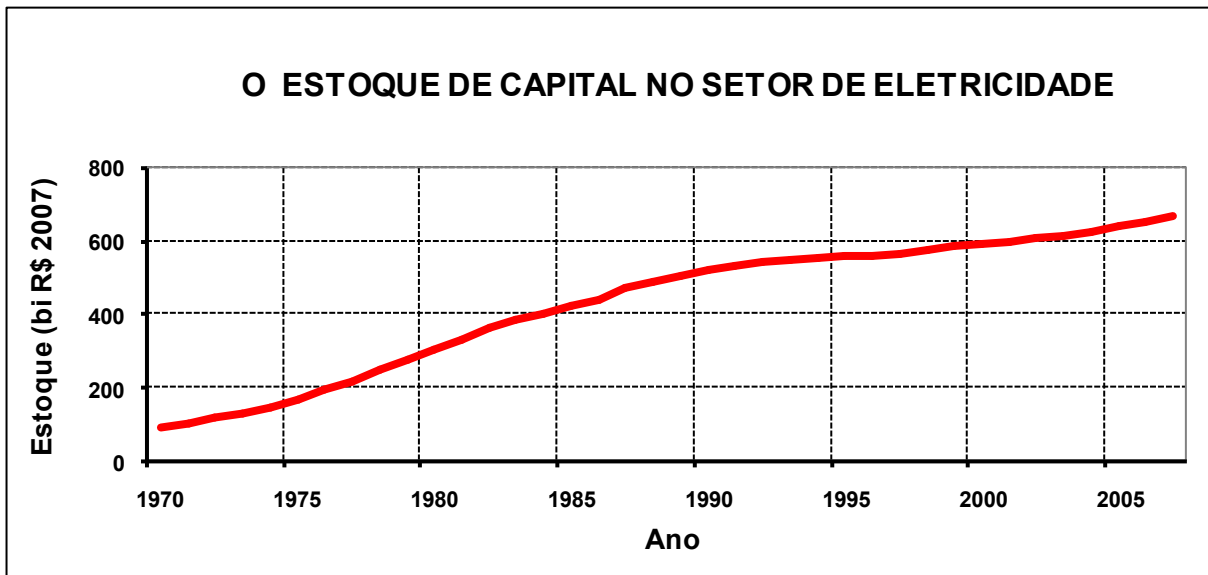


Figura 5.2 – O estoque de Capital no Setor de Eletricidade brasileiro cresceu menos que a geração de energia

5.3.- Custo de Itens Adquiridos de Terceiros (exclusive combustível)

É agora necessário estimar a despesa denominada Itens Adquiridos de Terceiros. Utilizaremos os Relatórios disponíveis de duas empresas do setor (CEMIG e LIGHT) para obter estimativas realistas sobre este item de custo.

5.3.1.- CEMIG

O Relatório 2007 da CEMIG (Ref. 2) contém dados muito completos relativos a 31 de dezembro de 2007 e também a 31 de dezembro de 2006. O Relatório 2008 já não é mais tão completo. Os relatórios de outras empresas que poderiam ser representativos não são tão completos como aqueles da CEMIG. Mesmo com os dados da CEMIG é necessário realizar diversos cálculos e estimar alguns dados.

De acordo com a ANEEL, em 31 de dezembro de 2008, a CEMIG foi a quarta maior concessionária de geração de energia elétrica no Brasil tendo em vista o total de capacidade instalada. Em 31 de dezembro de 2008, a empresa (através de suas controladas) gerou energia elétrica através de 58 usinas hidrelétricas, quatro usinas termoeletricas e uma usina eólica, dispoñdo de capacidade instalada total de geração de 6.692 MW, dos quais as usinas hidrelétricas responderam por 6.507 MW, as usinas termoeletricas responderam por 184 MW e a usina eólica respondeu por 1 MW.

Na CEMIG a maior quantidade de energia elétrica produzida provém de usinas hidrelétricas (cerca de 97%). Em menor e escala, têm-se utilizado energia produzida pelas usinas termoeletricas (cerca de 3%) e um montante pouco significativo (cerca de 0,02%), a energia elétrica gerada da energia eólica.

Ao se retirar dados do relatório da CEMIG é necessário considerar que a empresa explora outras atividades (por exemplo distribuição de gás, serviços de telecomunicações, etc.) Isto obriga a tomar cuidado com os dados que quase sempre são apresentados de maneira consolidada nos balanços.

Do Relatório para 2007 extrai-se uma série de dados da empresa, para os anos 2006 e 2007. A Tabela 5.3 sumariza alguns destes dados, e especificamente para as áreas de Geração, Transmissão e Distribuição que são de interesse. A Tabela 5.4 apresenta alguns dados especificamente para a área de geração

CEMIG(GERAÇÃO+TRANSMISSÃO+DISTRIBUIÇÃO) – BALANÇO 2007 (mil R\$)		
ANO	2007	2006
OPERATIONAL REVENUES		
Gross revenue from supply of electricity	13.399.050	11.238.971
Revenue from use of the network	2.093.989	1.927.972
Total	15.493.039	13.166.943
COST OF ELECTRICITY		
Electricity purchased for resale	-2.913.995	-2.216.644
Charges for the use of the basic transmission grid	-797.796	-802.352
ACQUIRED FROM THIRD PARTIES (dados de interesse)		
Materials	- 89.486	-78.519
Raw materials and inputs for production of electricity	- 58.409	-36.812
Outsourced services	-492.504	-411.315
Other	-160.782	-143.523
Total	-801.181	-670.169

Tabela 5.3 – CEMIG - Relatório 2007

CEMIG (ÁREA DE GERAÇÃO) – BALANÇO 2007 (mil R\$)		
ANO	2007	2006
ACQUIRED FROM THIRD PARTIES(de interesse)		
Materials	- 11.480	-12.090
Raw materials and inputs for production of electricity	- 58.409	-36.812
Outsourced services	-88.025	-73.854
Other	-46.765	-37.572
Total	-204.679	-160.328

Tabela 5.4 – CEMIG - Relatório 2007

A compra de energia em grosso não aparece diretamente no Relatório da CEMIG e é necessário realizar cálculos e estimativas. Do Relatório consta, no entanto, diretamente a quantidade, em Gwh/a, de energia suprida em grosso a outras concessionárias.

CEMIG – ENERGIA VENDIDA AO DIRETAMENTE CONSUMIDOR FINAL (Mwh/a)		
ANO	2007	2006
Geração própria	33.130.000	32.187.000
Adquirido em grosso		
Electricity bought for resale (mil R\$/a)	2.913.995	2.216.644
Preço de compra (estimado) (R\$/Mwh)	100,00	100,00
Quantidade comprada estimada	29.139.950	22.166.440
Wholesale supply to other concession holders	13.235.965	11.472.158
Energia vendida diretamente ao consumidor final	49.033.985	42.881.282
Relação Geração Própria / Energia Vendida Diretamente	0,68	0,75

Tabela 5.5 - CEMIG – Energia vendida diretamente ao consumidor final

Com estes dados é possível obter alguns índices representativos médios relativos a Itens Adquiridos de Terceiros em relação à energia. Reconhece-se que a parcela grande de energia da CEMIG adquirida de terceiros acabará distorcendo um pouco os índices.

CEMIG – CUSTO DE ITENS ADQUIRIDOS DE TERCEIROS (R\$/Mwh)		
ANO	2007	2006
Todas as áreas (geração + transmissão + distribuição)		
Em relação à geração própria	24,20	20,82
Em relação à energia vendida diretamente ao consumidor final	16,30	15,60
Apenas geração		
Em relação à geração própria	6,18	4,98

Tabela 5.6 - CEMIG – Custo de Itens Adquiridos de Terceiros

A CEMIG possui geração térmica, mas no seu Relatório não está especificado quanto da geração própria é de origem térmica. O valor da aquisição de matérias primas para a produção de eletricidade está claramente indicado, mas não é grande, da ordem de R\$ 40 a 50 milhões por ano. Isto leva à conclusão de que o valor da geração térmica também não foi grande, tendo a geração própria sido basicamente provida por usinas hidroe-létricas.

5.3.2.- LIGHT

O Relatório 2008 da LIGHT não é tão completo de informações como o da CEMIG, nem tão compreensivo. A tabela a seguir apresenta alguns dados retirados do relatório.

LIGHT – BALANÇO DE 2008 (dados de interesse) (mil R\$/a)		
	2008	2007
Receitas		
Venda de mercadorias, produtos e serviços	8.238.648	8.138.364
Provisão para devedores duvidosos	(235.781)	(199.524)
Aquisição de insumos		
Custo dos produtos, mercadorias e serviços vendidos	(3.063.176)	(2.909.438)
Outros materiais, energia, serviços adquiridos de terceiros	(297.293)	(418.220)
Energia adquirida em grosso (Mwh/a)	25.799.000	26.867.000

Tabela 5.7 LIGHT – Balanço de 2008 (dados de interesse)

A LIGHT é uma empresa tipicamente de distribuição, ao contrário da CEMIG. Tem uma geração própria de apenas cerca de 10% da energia vendida, valor este que foi estimado para fins do presente relatório uma vez que o Relatório da LIGHT não permite uma leitura direta.

Os dados mostrados, permitem um cálculo do item de custo Itens Adquiridos de Terceiros para a LIGHT. Os seguintes são os resultados

LIGHT – CUSTO DE ITENS ADQUIRIDOS DE TERCEIROS (R\$/Mwh)		
	2008	2007
Venda ao consumidor final (mil R\$/a)	8.238.648	8.138.364
Preço de venda médio estimado (R\$/Mwh)	290,00	290,00
Energia vendida diretamente ao consumidor final (Mwh/a)	28.409.000	28.063.000
Itens Adquiridos Terceiros pela energia vendida (R\$/Mwh)	10,5	14,9

Tabela 5.8 - LIGHT – Custo de Itens Adquiridos de Terceiros

5.3.3.- Custo de Itens Adquiridos de Terceiros (excl. combustível)

Os valores apresentados pela LIGHT são um pouco inferiores àqueles apresentados pela CEMIG, certamente porque a CEMIG tem cerca de 70% de geração própria e a LIGHT apenas cerca de 10%.

Como conclusão, e em média para todo o setor de eletricidade envolvendo geração, transmissão e distribuição de eletricidade, assumiu-se (em R\$ de 2007) o custo:

- Itens Adquiridos de Terceiros = R\$ 20,00 por Mwh vendido ao distribuidor final

5.3.4.- O custo do combustível na geração térmica

Para o custo de combustível para a geração de origem térmica é muito mais difícil obter um dado razoavelmente confiável. O Plano Nacional de Energia 2030 estima os seguintes custos para a geração térmica:

PNE 2030 CUSTO DO COMBUSTÍVEL NA GERAÇÃO TÉRMICA (US\$/Mwh)	
Urânio	8,0
Carvão nacional	16,4
Carvão importado	28,8
Gás natural	40,3

Tabela 5.9 – PNE 2030 - Custo do Combustível na geração térmica

Por outro lado, a geração térmica no Brasil foi sempre pequena em relação ao total de geração. A Tabela seguinte mostra o percentual de geração não-térmica em relação ao total em diversos anos.

PARCELA DE GERAÇÃO NÃO-TÉRMICA EM RELAÇÃO À GERAÇÃO TOTAL								
ANO	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Parcela	91%	95%	96%	95%	97%	96%	92%	89%

Tabela 5.10 – Parcela de geração térmica em relação à geração total

A geração térmica somente ultrapassou 10% em anos recentes. Por estas razões não há sentido em entrar em grandes detalhes quanto ao custo do combustível para estas térmicas. Assumiu-se um custo (em R\$ 2007):

- Custo de combustível médio para térmicas = R\$ 40,00/Mwh gerado nas térmicas
--

A este custo se deverá acrescentar o custo normal de Itens Adquiridos de Terceiros de R\$ 20,00/Mwh especificado acima.

5.4.- O faturamento total e o valor adicionado

O cálculo do faturamento total do setor e o valor adicionado é muito simples, e os resultados estão mostrados na figura abaixo.

Nota-se pelos resultados que o faturamento do setor é apenas um pouco superior ao valor adicionado. Isto acontece porque o setor, como foi definido no presente relatório, adquire muito poucos Itens de Terceiros, e realiza quase todas as transações internamente. A situação seria totalmente diferente se o setor de geração fosse largamente térmico, quando então o setor deveria adquirir combustível para as térmicas de terceiros e o valor adicionado seria muito inferior ao faturamento.

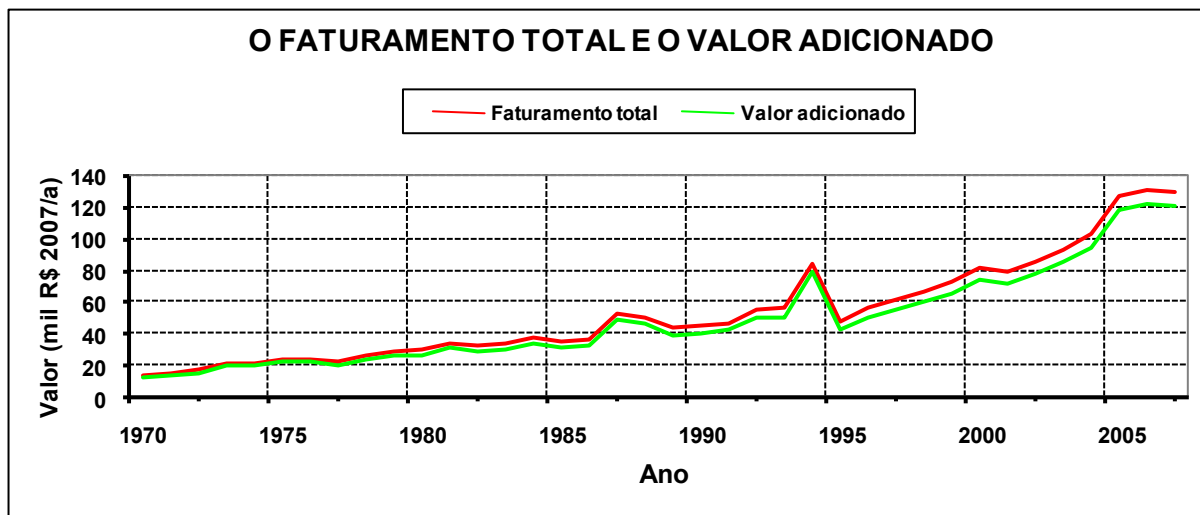


Figura 5.3 – O Valor Adicionado no Setor de Eletricidade é praticamente dado pelo faturamento

5.5.- A Produtividade do Capital e a Relação K/Y

Os cálculos relativos à Produtividade do Capital e à Relação K/Y são muito simples e os resultados estão mostrados nas figuras seguintes. Como se sabe, o Indicador Relação K/Y é o inverso do Indicador Produtividade do Capital.

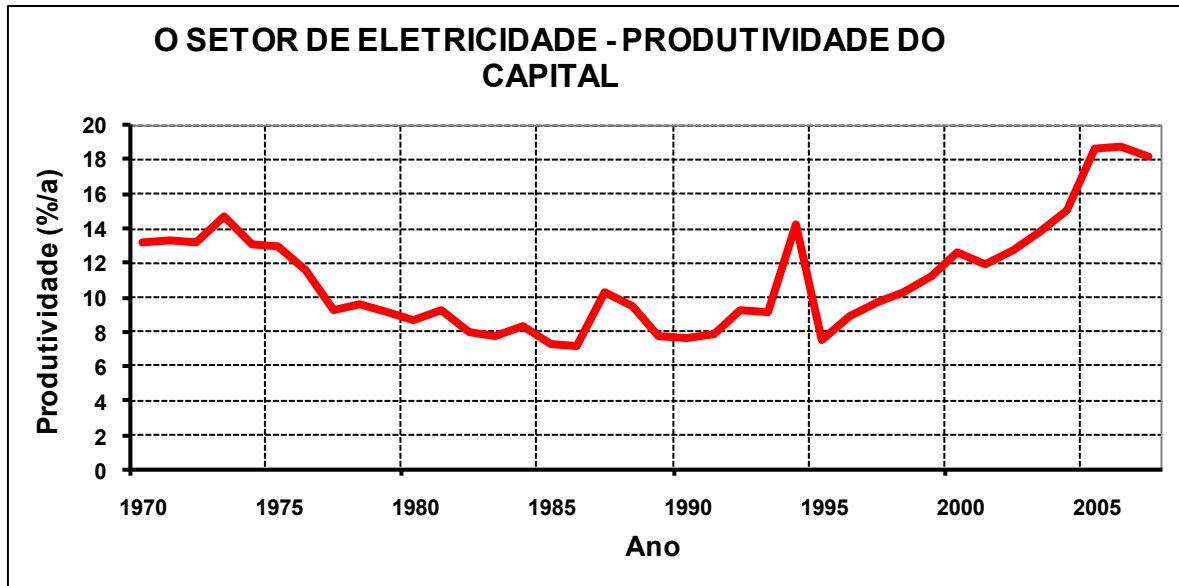


Figura 5.4 – A Produtividade do Capital no Setor de Eletricidade caiu muito mas vem se recuperando

Como se pode ver na figura, a Produtividade do Capital foi relativamente elevada na década de 70, por causa da tarifa elevada e apesar dos investimentos elevados que foram realizados. Na década de 80 a produtividade caiu para níveis baixos (cerca de 8% aa) por causa das baixas tarifas e apesar da redução dos investimentos. Houve recuperação acentuada (até 18%) a partir da segunda metade da década de 90, por causa da recuperação das tarifas, e apesar da relativa recuperação dos investimentos.

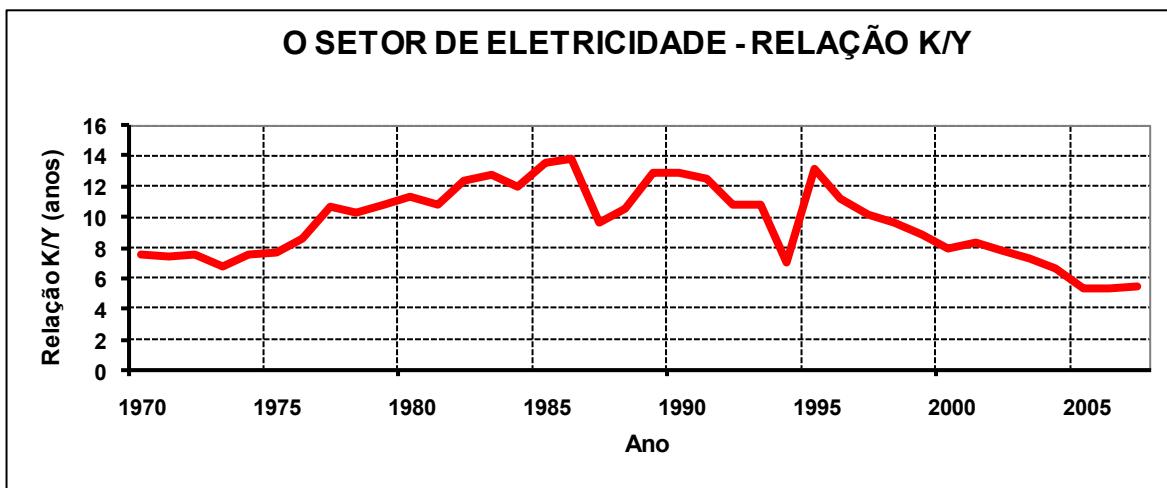


Figura 5.5 – A Relação K/Y é o inversos da Produtividade de Capital

6.- O SETOR DENTRO DA ECONOMIA BRASILEIRA

As Figuras seguintes (6.1 e 6.2) mostram comparações entre os investimentos do Setor de Eletricidade e a economia brasileira de uma maneira mais geral. Em todos os casos nota-se o constante decréscimo relativo do investimento no setor e mesmo em valores absolutos (R\$ 2007 por ano) como pode ser visto na Figura 3.1.



Figura 6.1 – Os Investimentos no Setor de Eletricidade caíram nas últimas décadas

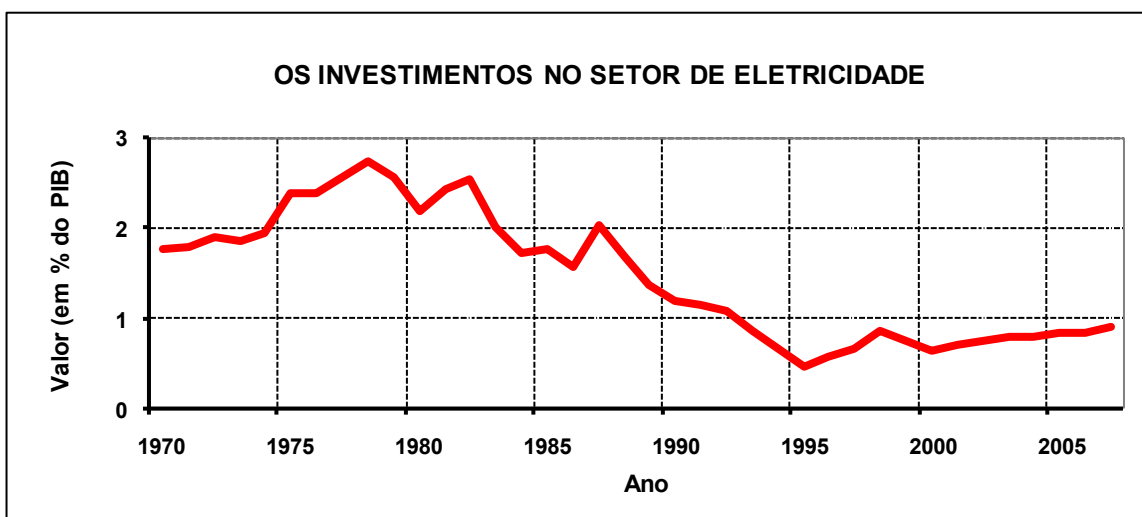


Figura 6.2 – Os investimentos no Setor de Eletricidade caíram nas últimas décadas

Os dados relativos ao investimento no Setor de Eletricidade são uma surpresa. No período de 35 anos analisado, quando o Brasil multiplicou por 10 a geração e o consumo de energia elétrica, os investimentos mostraram o seguinte desenvolvimento, em R\$ corrigidos para 2007:

- R\$ 28 bi por ano de 1975 até 1990, caindo para
- R\$ 14 bi por ano de 1990 até 2000, com recuperação para
- R\$ 18 bi por ano desde 2000

Isto é, os investimentos **caíram** em valores absolutos de maneira considerável enquanto a geração e o consumo multiplicaram por 10. Por outro lado, o mercado está bem atendido, se ressalvamos o "apagão" de 2001, que pode ser (em parte) debitado a uma "má sorte" no regime de chuvas, mas certamente está relacionado à redução dos investimentos no setor. Em valores relativos dos investimentos (% dos investimentos totais e % do PIB) o mesmo quadro transparece.

Algumas perguntas aparecem inevitavelmente.

- Há inconsistência de dados?
- Os investimentos no início do período foram improdutivos demais e aqueles mais recentes estão sendo mais produtivos?
- Foram construídas usinas caras demais no início do período e agora estão sendo construídas aquelas mais baratas?
- Os problemas macroeconômicos ocorridos causaram distorções exageradas nas fórmulas de correção?

Será muito difícil obter respostas consistentes, e Não é objetivo deste trabalho explicar o que se passou. É fato que a construção de usinas a gás na presente década tendeu a reduzir os custos do investimento. O investimento em usinas a gás é muito menor que aquele de usinas de outros tipos, principalmente hidroelétricas e nucleares, ainda que sua operação seja bem mais cara por causa do preço do gás.

Em relatório anterior da e&e (Ref 5) foi realizada uma avaliação da Produtividade do Capital apenas para o Setor de Geração de Energia Elétrica, que é uma parcela considerável do Setor de Eletricidade global que é analisado no presente relatório. Naquele relatório foram estimados custos de investimento para usinas de geração com base, em grande parte, nos dados projetados obtidos no Plano Nacional de Energia 2030. Naquele relatório assumiu-se como razoável que os custos previstos para o futuro fossem semelhantes àqueles praticados no passado.

A utilização destes dados de custo de construção de usinas projetados para o futuro também para as usinas que foram construídas no passado levou a uma estimativa dos Investimentos Iniciais Totais para a construção no período desde 1970. Os dados de investimento utilizados no presente relatório referem-se ao Setor de Eletricidade total (incluindo além da geração também a transmissão e a distribuição). Se for possível segregar os dados de investimento apenas para geração, os dois conjuntos podem ser comparados diretamente.

Sabe-se que a geração requer uma parcela substancial dos investimentos totais. Na Figura 6.3 abaixo mostra-se os conjuntos de dados, assumindo que a geração tenha consumido 50% e 75% dos investimentos totais de Setor de Eletricidade.

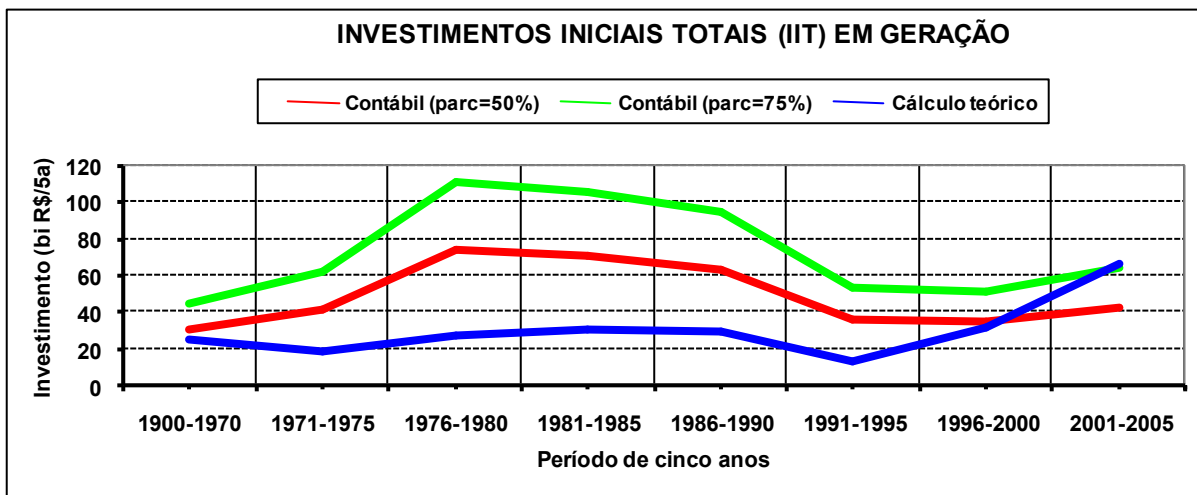


Figura 6.3 - Parece existir discrepâncias nos valores históricos de investimentos no setor de geração de energia elétrica

Alguma distorção parece existir, porque os valores são muito discrepantes. Mas não serão apuradas neste trabalho.



7.- PROPOSTA PARA A CONTINUIDADE DOS TRABALHOS

Propõe-se a continuidade do presente trabalho em algumas vertentes. Em primeiro lugar a obtenção de dados internacionais para fins de comparação especificamente para o Setor de Eletricidade.

Em segundo lugar, propõe-se realizar comparações com o setor EGA (Eletricidade, Gás e Água) tanto com dados brasileiros quanto dados internacionais. Trata-se de setores de infraestrutura que deveriam ter desempenhos semelhantes em termos de Produtividade de Capital.

Em terceiro lugar, propõe-se a análise de três (3) empresas brasileiras da área de energia através de seus balanços, outras informações bem como contatos pessoais. Para esta terceira tarefa será necessário a interferência do MCT para que dados possam ser facilmente disponibilizados pelas empresas.



REFERÊNCIAS

- (1) Balanço Energético Nacional 2008 (contendo dados até 2007), EPE, MME
- (2) Relatório da CEMIG para 2007 (versão em inglês)
- (3) Investimentos Energéticos, Carlos Feu Alvim, Comissão Nacional de Energia, Brasília, Novembro de 1988 (metodologia aplicada para extrapolação até 2007)
- (4) Relatório da LIGHT para 2008
- (5) A Produtividade do Capital no Setor de Geração de Energia Elétrica, Relatório e&e, 05 de agosto de 2009