



**XX SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
XXX.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCR

CENÁRIOS E PERSPECTIVAS DO AUMENTO DO PREÇO DA ENERGIA ELÉTRICA. E SUA RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO DA DEMANDA E CORRELAÇÃO NO PIB BRASILEIRO

**Cícero Zanoni(*)
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**

**Jaci Natal Tasca
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**

RESUMO

Nos últimos anos os preços da energia elétrica, principalmente a industrial tiveram expressivos aumentos, fazendo que muitos setores produtivos da economia brasileira perdessem competitividade. Desta forma, torna-se necessário uma análise econométrica da influência da relação crescimento do PIB versus aumento do preço da energia e suas correlações com crescimento da demanda (planejamento energético) e fomentar discussões e criação de mecanismos que evitem a perda de competitividade de muitos setores secundários pelo aumento dos custos com energia, principalmente a elétrica. Assim, neste trabalho, são apresentadas projeções sobre o efeito dos preços futuros da energia elétrica sobre o PIB brasileiro para o período 2008-2016, com base nas informações de crescimento obtidos no Plano Decenal de Expansão de Energia da EPE.

PALAVRAS-CHAVE

Energia elétrica, PIB, Preço energia elétrica, demanda

1.0 - INTRODUÇÃO

Quando se trata do produto energia elétrica, deve-se considerar a sua principal característica – a não-estocabilidade, isto é, a impossibilidade de armazenamento de grandes quantidades de eletricidade. Desta forma toda análise econômica sobre este produto deve considerar algumas especificidades técnico-econômicas: compreensão da dinâmica e comportamento da demanda (antecipação), sobrecapacidade instalada para um determinado instante de tempo t . Somadas a essas características do produto energia elétrica, deve-se ainda considerar os elevados volumes de investimento e longos prazos de para o retorno do capital (1).

Tendo em vista as mudanças regulatórias que sofreu o setor elétrico brasileiro na última década, a esterilização dos potenciais hídricos mais viáveis econômica e ambientalmente, a presença do estado em um mercado fortemente regulado e com pesados encargos setoriais, as questões ambientais, além da necessidade da entrada de fontes alternativas e térmicas para conversão em energia elétrica, tudo isso fez com que os preços da energia elétrica atingissem patamares nunca antes vistos no Brasil. Nos últimos anos as tarifas e preços da energia industrial explodiram, erodindo a competitividade de alguns setores essenciais da economia brasileira. A partir disso, os cenários de projeções de preço sinalizam para perda de competitividade de muitos setores produtivos brasileiros e projeções de entidades empresariais apontam a insustentabilidade econômica de algumas atividades eletrointensivas dentro de algumas décadas.

O presente trabalho buscou estudar as perspectivas da demanda de energia elétrica e sua correlação com PIB (Produto Interno Bruto), a taxa de emprego e o próprio aumento de preço da energia elétrica, procurando analisar

(*) Alameda João Dal Sasso, 800 – Bloco CD – CEP 99.700-000 B. Universitário Bento Gonçalves, RS, – Brasil
Tel: (+55 54) 3452-1188 – Fax: (+55 54) 3454-1490 – Email: czanoni@ucs.br

o impacto dos preços sobre o produto interno bruto brasileiro, tendo como base as informações e previsões de consumo e oferta de energia do PDE 2008-2017 (3) além das previsões macroeconômicas do FMI (2). Desta maneira, o presente trabalho procurou detalhar a força de relacionamento entre o aumento da riqueza nacional (crescimento do PIB), as maiores taxas de empregabilidade e a elevação da demanda por energia elétrica. Além disso, também se analisou os efeitos dos aumentos de preço como fator limitante e controlador do uso desse tipo de energia.

2.0 - ESTUDO ECONOMÉTRICO – MODELO GERAL

Muitos eventos mudam com o tempo, dependendo do valor de sua própria grandeza. Analogamente, a quantidade de dinheiro em uma conta bancária a juros, cresce dependendo da quantidade de dinheiro na conta. Ou seja, as quantidades resultantes guardam relação com as quantidades já existentes.

Desta forma, torna-se fundamental relacionar as variáveis de interesse, tendo como base valores consolidados para se tratar das correlações em cenários definidos e validados (passado) e extrapolar as influências para cenários futuros, tendo como base, os dados oficiais publicados pelo governo (EPE, BACEN, IBGE) e entidades internacionais (FMI). Assim, a demanda sofre a influência do que já estava presente. Em outras palavras, uma mudança no nível de vendas em um período afetará o nível de vendas em outros, por motivo de substituição ou imitação. Para expurgar essas influências, utiliza-se os logaritmos naturais (1) na análise econométrica, pois isso permite restringir os efeitos de variáveis que poderiam afetar, ou “contaminar” os dados em um determinado período. No que diz respeito a demanda por energia em um mercado de livre concorrência (contratação de energia via leilões e contratos bilaterais) também guarda relação com o crescimento da economia, o nível de emprego e o próprio preço da energia. Além disso, usar logaritmos facilita a interpretação dos coeficientes como elasticidade, o que permite avaliar, em base percentual, a demanda (ou consumo) de energia em função do crescimento do PIB ou do nível de emprego, por exemplo.

A elasticidade da PIB/consumo de energia corresponde à variação da quantidade de energia consumida, resultante de uma variação de $x\%$ do PIB (5), conforme mostra a Equação 1:

$$\varepsilon_{PIB} = \frac{PIB}{\varphi} \times \frac{d\varphi}{d_{PIB}} \quad \text{Equação 1}$$

Os dados das variáveis foram obtidos através do IBGE, O modelo é uma regressão em série de tempo, na qual a variável consumo de energia é uma função do PIB, novos postos de trabalho e dos preços da energia. Vale ressaltar que os dados do PIB são trimestrais, assim todos os dados foram transformados em trimestres utilizando-se médias aritméticas dos valores mensais. O período de tempo para a construção dos modelo econométrico foi limitado pelos dados fornecidos sendo que abrange desde o primeiro trimestre do ano de 2000, até o terceiro trimestre do ano de 2008.

A fim de dar mais robustez aos resultados foram efetuadas regressões com tendência heteroscedasticidade e autocorrelação e multicolinearidade que, de acordo com Gujarati (2), visa estabelecer se existe um movimento sustentado crescente ou decrescente no comportamento de uma variável. Muitas vezes a variável de tendência serve de substituta para uma variável básica que está afetando a variável dependente Y. Essa variável básica pode não ser diretamente observável, ou seus dados podem não estar disponíveis. Estando essa variável relacionada com o tempo, é mais fácil introduzir a variável tempo propriamente dita (2). Dessa forma, pode-se verificar como a variável dependente se comporta no decorrer do tempo, tirando do efeito das variáveis, as tendências comuns, autônomas. Nos testes, não se verificou a presença de autocorrelação, através de teste de *Durbin-Watson*, nem heteroscedasticidade, através do teste de *White*, o que poderia comprometer o estudo. Verificamos que existe multicolinearidade entre o consumo de energia e o aumento nos postos de trabalho, o que caracteriza uma multicolinearidade imperfeita. Para verificarmos a multicolinearidade, foi utilizada a fórmula do FIV (Fator de Influência da Variância):

$$FIV = \frac{1}{R^2} \quad \text{Equação 2}$$

O R^2 será obtido através de regressões onde cada variável explicativa assume o papel de variável dependente em relação às demais variáveis. À medida em que R^2 aumenta em direção a unidade, ou seja, conforme aumenta a colinearidade de X, o FIV também aumenta e, no limite, pode ser infinito (2). Assim, quanto maior o FIV, mais problemática ou colinear é a variável X. Como regra prática, se o FIV de uma variável exceder 10 (que será resultado de um R^2 superior a 0,90), diz-se que essa variável é altamente colinear. Isso é interessante na medida em que chama a atenção para o fato de existir uma relação linear exata entre o crescimento do país através do

PIB e o aumento nos postos de trabalho. Assim, PIB e postos de trabalho são altamente correlacionados entre si.

Os resultados da regressão são apresentados na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 – Teste de regressão para as variáveis de interesse. Número de observações = 22 trimestres (período: primeiro trimestre/2000 - terceiro trimestre/2008)

Cons. de energia	Coefficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	1,643408	3,838355	0,428154
ln(PIB)	1,643408	0,176616	1,862968
ln(ocupados)	0,426624	0,598897	0,712349
ln(preço)	0,001648	0,006958	0,236862
Ln(vartend)	0,013828	0,012163	1,136939
R ²		0,971604	
Estimativa Variância Erros		0,016688	
Teste F		145,4169	
F de significação		6,6E-13	

FONTE: Elaborada pelos autores

2.1 Interpretação das variáveis de interesse do modelo

Para se ter certeza de que a multicolinearidade não comprometa os resultados, foram executadas regressões auxiliares das variáveis sobre as próprias variáveis e obteve-se R^2 de 0,296161, bem inferior aos 0,971604 da função original. Assim, de acordo com Gujarati (2), citando a regra prática de Klein, “a multicolinearidade pode ser um problema incômodo somente se R^2 obtido de uma regressão auxiliar, for maior que o R^2 global”. Ainda, esse R^2 auxiliar de 0,296161 explica a relação entre as variáveis entre si, onde aproximadamente 29,62% das variações das variáveis X, são explicadas pelas próprias variações entre as demais variáveis X do modelo. Isso condiz com a idéia original de que as variáveis auxiliam-se mutuamente para o resultado de Y (Consumo de energia).

Desta forma, um R^2 de valor 0,971604 indica que em 97,16% dos casos o consumo de energia é explicado pelo crescimento do PIB, pelo aumento no número de ocupados e pelo aumento nos preços da energia elétrica, levando-se em consideração as variáveis relacionadas. Quando se tem que as próprias variáveis afetam-se mutuamente em 0,296161, pode-se crer que seria lógico retirar 29,62% do valor original 0,971604, pois talvez elas potencializem o valor do R^2 inflacionando sua real influência – esta é apenas uma questão experimental neste trabalho – e assim obteríamos: **$0,971604 \times (1 - 0,296161) = 0,68385$, ou seja, em 68,385% dos casos as variáveis já citadas explicariam o consumo.** Um percentual ainda alto se levarmos em conta que podemos prever quase 70% das variações de consumo de energia através da variação do PIB, número de empregos formais e preço da energia elétrica. Há uma significativa correlação entre a evolução da demanda total de energia e o nível de atividade econômica.

Os modelos em logaritmos possuem uma característica atraente: seu coeficiente de inclinação mede a elasticidade de Y com relação a X, ou seja, a variação percentual em Y para uma dada variação percentual em X. A elasticidade encontrada reflete, portanto, a variação na quantidade demandada de energia em função da variação do PIB, do número de novos postos de trabalho e do preço da energia.

Esse modelo também expressa qual a tendência apresentada no período. Os dados da tabela anterior demonstram que o consumo de energia tem sua elasticidade de demanda afetada pela variação das variáveis independentes. Isto se verifica através dos coeficientes de ambos, onde para o PIB têm-se o coeficiente +1,643408, o que em termos de elasticidade, significa que a cada aumento de 1% no Produto Interno Bruto, espera-se incrementar em 1,643408% no consumo de energia elétrica, mantendo os outros fatores constantes. Da mesma forma, nos postos de trabalho, cujo coeficiente é +0,426624, têm-se que, a cada 1% de aumento, ocorre 0,426624% de aumento no consumo de energia.

3.0 - CENÁRIOS DE ANÁLISE

3.1 Cenário macroeconômico de referência

O cenário de referência tem como base os dados fornecidos no PDE 2008-2017 da Empresa de Planejamento Energético – EPE e leva em consideração a continuidade de crescimento da economia mundial. Este cenário tem como característica principal o sucessivo aumento do petróleo nos anos seguintes.

No entanto, a partir de setembro de 2008, com o agravamento da crise do sistema financeiro internacional as tendências de alta do crescimento econômico mundial e das commodities tenderão a apresentar conseqüências ainda não mensuráveis. Assim, este cenário considera o comportamento da economia brasileira nos primeiros meses de 2008, como ilustrado na Figura 1, com previsão de crescimento do PIB em 2008 de 4,8% e taxa de investimento de 18%. Do período de 2003 a 2008 (3^o trimestre) o PIB brasileiro cresceu 23,6%.

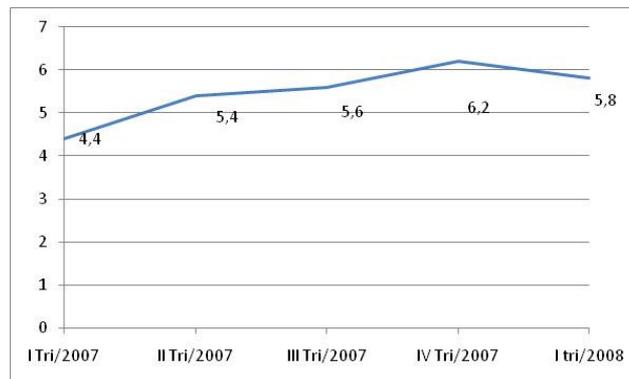
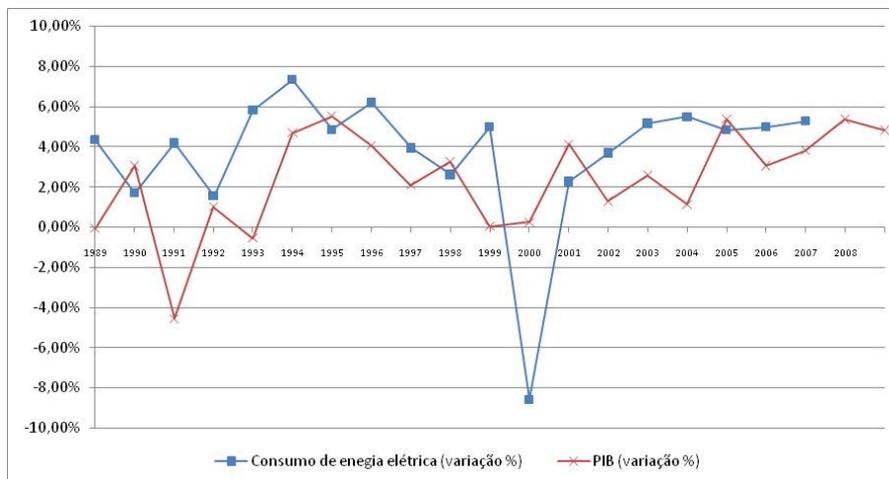


Figura 1 – Evolução do PIB (em %) no período 2007-2008 (1º trimestre)



Fonte: BACEN

Figura 2 – Variação do consumo de EE e sua relação com o PIB

Com relação ao consumo de energia elétrica, prevê-se um incremento anual de 4,8% no período compreendido entre 2008 e 2017 (4). Assim, o consumo previsto para 2017 é de 700 TWh ano, um crescimento de 62% se comparado com 2008 (434 TWh.ano). Neste mesmo período, a elasticidade renda resultante para o período de 2008-2017 é de 1,11. Este valor, mesmo sendo superior a 1 apresenta uma declividade, refletindo um dos fatores conjunturais que alteram a relação consumo e crescimento do PIB, como o uso mais racional de energia.

Para o mesmo período, a geração de energia elétrica para o Sistema Interligado Nacional, para o período de 2008-2017 deverá crescer 35,7% em comparação à 2008, conforme pode ser visto na Figura 3.

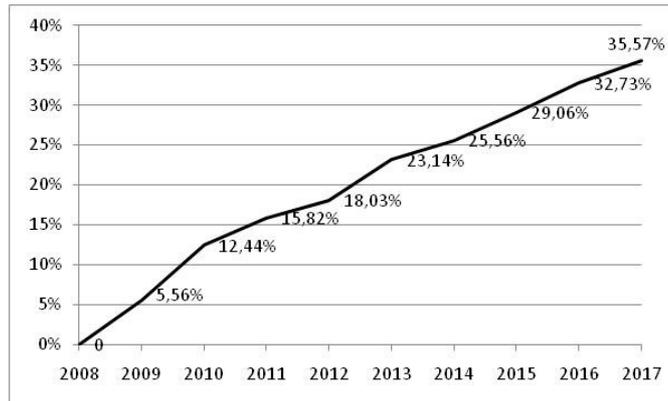


Figura 3 – Incremento geração de energia elétrica – variação %. Base: 2008: 99742 MW

3.2 Correlações resultantes do modelo com o cenário de referência

No tocante ao preço da energia, a cada 1% de aumento no seu preço, o consumo se elevará em 0,001648%. Este fenômeno ocorre basicamente pela implantação de programas estruturantes, não considerados no estudo, tais como Luz para Todos e programas sociais. O mesmo, não se mostrou sensível no que concerne ao consumo industrial de energia elétrica. Por fim, observamos ainda, no período estudado, um movimento crescente no consumo de energia de 0,013828 ao trimestre. Como se trata de variável de tendência, ao contrário dos outros dados, este é multiplicado por 100, assim temos uma tendência de crescimento da ordem de 1,3828% ao trimestre e que corresponde à 5,64699% ao ano – o percentual de um trimestre incide sobre o percentual do trimestre seguinte.

4.0 - CONCLUSÃO

Para o cenário de referência do crescimento da demanda de energia elétrica, para o período de 2008 a 2010, o preço médio da energia elétrica industrial crescerá a uma taxa média anual de 0,63%, enquanto que para o período de 2011 a 2016, o aumento será mais forte, 3,2% de aumento médio ao ano.

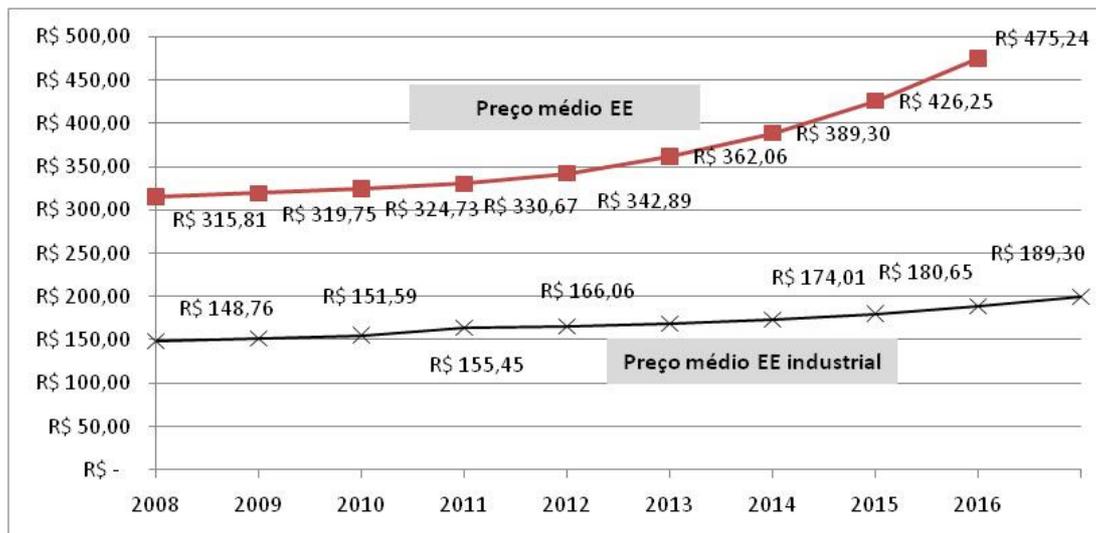


Figura 4 – Incremento do preço da energia elétrica industrial período 2008 a 2016.

Ao considerar tais variações no preço médio da energia elétrica industrial, o modelo econométrico prevê uma queda de 0,93% do PIB nacional, já que a relação PIB (R\$/MWh) é de 0,01328. Isto representa uma perda de 26 bilhões de reais no período de 2008 a 2016, a preços de 2008, enquanto que a queda do nível de emprego ficará em 2,2% no mesmo período (correlação de 0,426624 com o consumo de energia).

Sendo assim, cabe ressaltar que os valores obtidos levaram em consideração apenas variáveis endógenas, isto é, as tendências macroeconômicas estritamente brasileiras, sem correlacionar estas com o cenário econômico internacional.

No entanto, fica o alerta para que o país não perca competitividade industrial devido ao aumento do preço da energia elétrica, principalmente no período compreendido de 2012 a 2016 onde, paralelamente ao cenário exposto, serão renovadas concessões de geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MUNEM, Mustafa A.; FOULIS, David J. Cálculo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982-1986. 2 v.
- (2) GUJARATI, Damodar N. Econometria básica. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 846 p.
- (3) FMI, World Economic Outlook 2008 Update, julho de 2008, Fundo Monetário Internacional, 2008.
- (4) EPE- Empresa de Planejamento Energético, Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE, Brasília, 2008.
- (5) PINTO JUNIOR, Helder Queiroz (org.), et all, Economia da Energia – Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. Rio de Janeiro, Elsevier, 2007, - 2ª reimpressão.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

CÍCERO ZANONI nasceu em Erval Grande, Rio Grande do Sul em 13/12/1971. E engenheiro eletricitista, formado pela PUCRS no ano de 1999. Obteve mestrado em Sistemas de Energia, na área de planejamento energético pela PUCRS em 2004. Atualmente é consultor de empresas pela Eletra Energia e professor da Universidade de Caxias do Sul (UCS), campus da Região dos Vinhedos, em Bento Gonçalves.

JACI NATAL TASCA obteve grau de Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências Econômicas da UCS – Campus da região dos Vinhedos em 1989. Em 1997 especializou-se em Administração Financeira pela UCS e obteve o grau de mestre em Ciências Econômicas pela mesma universidade em 2002. Atualmente é professor da Universidade de Caxias do Sul.