



**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 VII

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

REGIONALIZAÇÃO DE CENÁRIOS MACROECONÔMICOS PARA A PROJEÇÃO DO MERCADO FUTURO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM MÉTODO QUANTITATIVO APLICADO ÀS CONCESSIONÁRIAS

**Nelson Leon(*)
Eletrobrás**

**José Francisco Moreira Pessanha
CEPEL**

RESUMO

O planejamento da oferta de energia elétrica prevê o atendimento da carga distribuída por todo o território e o crescimento econômico que forma a base das premissas para previsão de mercado deve ser também conhecido por região e Unidade da Federação (UF) para obter-se a distribuição geográfica das demandas futuras de energia elétrica. A projeção do consumo de energia elétrica possui um conjunto de incertezas críticas em que fazem parte as variáveis que descrevem a atividade econômica. Estas incertezas são mitigadas pela formulação de cenários macroeconômicos que exprimem as fronteiras do crescimento econômico esperado com as trajetórias de um conjunto de variáveis explicativas do consumo de energia elétrica. Entre a formulação de cenários macroeconômicos e a previsão regionalizada do mercado de energia elétrica abre-se um *gap* regional, pois por mais lenta que possam ser as mudanças na participação entre os estados e regiões, no longo prazo elas são significativas. Nos cenários, a trajetória das principais variáveis econômicas é traçada de forma agregada para o conjunto da economia brasileira e, portanto é necessário inferir os principais impactos nos setores da economia ao nível regional, considerando que as perspectivas de crescimento regional estão relacionadas com o crescimento global. O objetivo deste trabalho consiste em apresentar uma metodologia alternativa para a regionalização das variáveis descritas nos cenários macroeconômicos. Trata-se de um conjunto de modelos econométricos baseados nas estatísticas regionais do PIB sob a ótica da produção e que desagregam por UF as projeções dos valores adicionados nos setores considerados nas contas regionais do IBGE. No presente trabalho a desagregação regional é exemplificada para o Estado do Amazonas. Esta nova forma de abordagem é uma alternativa aos métodos subjetivos utilizados no planejamento do setor elétrico.

PALAVRAS-CHAVE

Projeções de mercado de energia elétrica, Contas regionais, Modelos Econométricos, Revisão tarifária

1.0 - INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma metodologia de desagregação do Produto Interno Bruto (PIB) setorial para as Unidades da Federação (UF) e aplica esta metodologia aos Cenários Macroeconômicos do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ) apresentado em março de 2009. A projeção do PIB Brasil é apresentada nos Setores Agropecuária, Indústria e Serviços totalizando treze (13) setores econômicos, que posteriormente são agregados em cinco (5) setores compatíveis com as classes de consumo de energia elétrica. Os resultados associados às projeções de variáveis demográficas (Pessanha et al., 2007; Leon & Pessanha., 2005), também desagregados por UF, podem constituir as variáveis explicativas para as projeções do consumo de energia elétrica nos Estados, Grandes Regiões/Subsistemas e Brasil, formando um modelo do tipo *bottom-up*. Esta abordagem tem sido

(*) Av. Presidente Vargas, n° 409 – 10º andar – CEP 20071-003, Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21)2514-6085 – Fax: (+55 21) 2514-5948 – Email: nelleon@eletrobras.com

utilizada para desagregar por UF e fazer a projeção de consumo por classe para as empresas de distribuição da Eletrobrás (EDE) na revisão tarifária de 2009.

A regionalização dos cenários de crescimento econômico em um horizonte de 10 anos é encontrada, ao nosso conhecimento, somente nos estudos de expansão do setor de energia elétrica. Os trabalhos realizados para os Ciclos de Planejamento de 2003 e 2004 do Comitê Técnico para Estudos de Mercado (CTEM) e nos Ciclos de 2005 do Grupo Eletrobrás e da Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) são antecedidas de uma análise onde são apresentados alguns indicadores sobre a evolução regional das atividades econômicas, seguidas de considerações sobre as potencialidades regionais. Outra abordagem possível é o modelo regional de equilíbrio geral, por exemplo, o modelo MIBRA apresentada em Guilhoto et al (2002), o qual necessita de informações regionais tais como os investimentos, os gastos do governo federal e produtividade do trabalho por região ou UF e tem como resultado os PIBs regionais, o nacional e o consumo das famílias. Contudo a impossibilidade de revisar anualmente as pesquisas regionais para atualizar a base de dados necessária a utilização de modelos regionais de equilíbrio geral torna inadequada a sua utilização no planejamento do setor elétrico e particularmente das concessionárias de energia elétrica. Como alternativa tanto das avaliações subjetivas quanto da ausência de pesquisas regionais, o modelo formulado neste trabalho trata a regionalização dos cenários macroeconômicos de forma quantitativa. O método proposto se baseia em equações de regressão linear simples, uma para cada setor da economia, em que o Valor Adicionado (VA) setorial em cada UF é explicado pelo Valor Adicionado (VA) do setor para o Brasil. As equações estimadas por mínimos quadrados garantem a igualdade entre a soma dos VAs setoriais das UFs e o VA setorial para o Brasil. Uma versão simplificada deste modelo é o método de desagregação das projeções populacionais introduzido por Madeira & Simões (1972) que a partir dos registros de dois censos obtém estimativas populacionais para as UFs a partir de uma projeção para o total da população brasileira. Em resumo, a metodologia desenvolvida consiste em um modelo econométrico (Greene, 2000) que extrai uma tendência de crescimento do PIB tanto setorial e regional com base nas respectivas séries históricas e tendo como variável explicativa os Valores Adicionados setoriais para o Brasil, cujas projeções são provenientes dos cenários macroeconômicos. Os resultados obtidos se mostraram bastantes consistentes para a totalidade das UFs, sendo que as exceções localizam-se em um ou outro setor e em um ou dois Estados.

2.0 - COMPOSIÇÃO DAS SÉRIES HISTÓRICAS DAS CONTAS REGIONAIS

A partir de 2007, a publicação das contas regionais (Ramos et. al, 2003) do IBGE foi baseada na nova metodologia de cálculo do PIB. As novas contas regionais publicadas abrangem somente o período 2002 a 2006. No aguardo que o IBGE publique até 1995, foi feita, por sugestão da equipe de contas regionais do IBGE, a retroprojeção baseada nos índices de preço e de volume da série dos PIB regionais anteriores referentes ao período 1985 a 2004. Estes índices foram aplicados na nova série do PIB regional de 2002 a 2006 estendendo a série até 1985. Foram utilizados os índices para cada UF e para cada um dos treze setores considerados. Lembra-se que a atual série de PIBs regionais do IBGE não é compatível com a anterior e, portanto ambas as séries foram reduzidas a treze para permitir a retroprojeção. O ajuste monetário das novas séries históricas é realizada tomando-se por base um determinado ano e cada um dos treze setores econômicos para cada uma das UFs e aplicam-se os índices de volume para cada uma destas 351 séries. Os resultados são agregados para formar as séries utilizadas neste trabalho. Na tabela 1 é reportada a correspondência entre as classes de consumo de energia elétrica e a classificação das contas regionais.

Tabela 1 - Correspondência entre as classes de consumo e os setores das contas regionais

| Classe de consumo de energia elétrica | Agregados setoriais segundo a classificação do CNAE |
|---------------------------------------|--|
| Industrial | Indústria Extrativa Mineral e de Transformação |
| Serviços públicos e consumo próprio | Serviços de utilidade pública (SIUP) |
| Poderes públicos e Iluminação Pública | Administração Pública (APU) |
| Rural | Agropecuária |
| Comércio e serviços | Construção civil, comércio, alojamento e alimentação, Transporte e comunicações, setor financeiro, serviços prestados a família, aluguel e serviços prestados a empresas e educação e saúde mercantis. |

Para o consumo de energia elétrica, a classe residencial é um setor de demanda final, com exceção dos serviços domésticos. A classe iluminação pública como tem seu investimento e custeio baseado em um imposto específico geralmente associa-se aos poderes públicos municipais. Destaca-se que a correspondência acima não é perfeita e as séries resultantes não são obrigatoriamente variáveis explicativas do consumo de energia elétrica.

3.0 - CENÁRIOS MACROECONÔMICOS

Para fins de exemplo é apresentada a desagregação do cenário macroeconômico apresentado pelo IE/UFRJ, descrito no documento "Cenários Macroeconômicos para a Economia Brasileira 2008-2017" de julho de 2008. Na tabela 2 são mostradas as principais variáveis cenarizadas (PIB sob a ótica da Produção) utilizadas no presente trabalho.

4.0 - PREMISSAS PARA A REPARTIÇÃO

A aplicação do método baseia-se na escolha do período histórico que irá determinar as tendências da participação do Setor e da UF. A característica deste método é a utilização do conjunto de tendências históricas observadas nas UFs em cada setor para desagregar a projeção do PIB do Brasil. Estas parcelas não só respeitam a tendência histórica, como a sua adição por setor e por UF é igual ao PIB do setor projetado e quando adicionados ao valor dos impostos líquidos de subsídios iguala-se ao PIB do Brasil a preços de mercado. Tendo em vista a nova metodologia de cálculo do PIB, considera-se recomendável que as séries históricas se iniciem em 1995, ano que coincide com o início da estabilização da economia brasileira. A exceção para as séries históricas é o PIB a preços de mercado para as UFs, pois só estão disponíveis a partir de 1999. Na tabela 3 mostra-se a evolução recente da participação das regiões geográficas onde as regiões Sudeste e Sul perdem participação e as outras regiões crescem com taxas maiores que o Brasil.

Tabela 2 - Taxas de Crescimento do PIB para o Cenário Macroeconômico (%)

| Classes e atividades | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Agropecuária | 4,1 | 5,3 | 6,5 | 0,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Extrativa mineral | 6,0 | 3,0 | 4,5 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| Transformação | 1,6 | 5,1 | 2,9 | -5,4 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Construção civil | 4,6 | 5,0 | 8,5 | 2,9 | 3,7 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Produção e distribuição de eletricidade, gás e água | 3,6 | 5,0 | 6,0 | 1,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| Serviços | 3,7 | 4,7 | 4,9 | 1,5 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 |
| Comércio | 4,8 | 7,6 | 8,0 | 1,0 | 3,5 | 4,4 | 5,0 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 |
| Transporte, armazenagem e correio | 3,2 | 4,8 | 5,0 | 0,5 | 3,5 | 4,4 | 5,0 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 |
| Serviços de informação | 2,3 | 8,0 | 8,0 | 1,0 | 3,5 | 4,4 | 5,0 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 |
| Intermediação financeira, etc. | 6,1 | 13,0 | 13,0 | 2,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Outros serviços | 2,6 | 2,3 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Atividades imobiliárias e aluguel | 4,3 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Administração, saúde e educação públicas | 3,1 | 0,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Valor adicionado bruto a preços básicos | 3,5 | 4,8 | 4,8 | 0,4 | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 4,5 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,7 |
| PIB a preços de mercado | 3,7 | 5,4 | 5,4 | 0,4 | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 4,5 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,7 |

Fonte: IE/UFRJ Cenários macroeconômicos para a economia brasileira, julho de 2008.

Tabela 3 - Participação das Grandes Regiões no Produto Interno Bruto a preços de mercado (%)

| Ano | NORTE | NORDESTE | SUDESTE | SUL | CENTRO-OESTE |
|------|-------|----------|---------|------|--------------|
| 1999 | 4,2 | 12,7 | 58,3 | 16,8 | 8,1 |
| 2000 | 4,3 | 12,8 | 58,1 | 16,8 | 8,1 |
| 2001 | 4,4 | 12,6 | 57,6 | 17,1 | 8,3 |
| 2002 | 4,5 | 12,7 | 57,4 | 17,0 | 8,4 |
| 2003 | 4,7 | 12,8 | 56,7 | 17,2 | 8,6 |
| 2004 | 4,9 | 12,9 | 56,5 | 17,1 | 8,7 |
| 2005 | 5,0 | 13,0 | 56,7 | 16,4 | 8,8 |
| 2006 | 5,1 | 13,1 | 56,8 | 16,3 | 8,7 |

Fonte IBGE – Contas Regionais do Brasil 1999, 2000, 2001, 2002 e 2008, Rio de Janeiro

5.0 - MÉTODO PARA DESAGREGAR AS PROJEÇÕES DO PIB POR SETOR E POR GRANDE REGIÃO E UF

A partir das projeções dos valores agregados setoriais e com as séries históricas dos PIBs regionais, discriminados setorialmente, desagregam-se as projeções setoriais por UF, até 2014, por meio de um modelo econométrico que captura a tendência do período histórico considerado. Seja VA_i $i = 1, m$, a projeção do Valor Adicionado do i -ésimo setor e VA_{ij} , $j = 1, n$, o Valor Adicionado do Setor i na j -ésima Região, tal que:

$$\begin{cases} VA_{ij}(t) = a_{ij}VA_i(t) + b_{ij} + \varepsilon_{ij}(t) \\ VAB_i(t) = \sum_{j=1}^n VA_{ij}(t) \end{cases} \quad (1)$$

Desta forma, a partir da série histórica desagregada por m setores (i) e n Grandes Regiões (j), são estimados os respectivos coeficientes das “ a_{ij} e b_{ij} ” com base no método dos mínimos quadrados. A partir das estimativas destes coeficientes obtém-se a equação que desagrega a projeção dos valores adicionados setoriais (VA_i) por Grande Região (VA_{ij}) no período 2004-2016:

$$VA_{ij}(t) = \hat{a}_{ij} \cdot VA_i(t) + \hat{b}_{ij} \quad (2)$$

onde para cada setor i o somatório dos coeficientes a e b atendem as condições abaixo:

$$\sum_{j=1}^n \hat{a}_{ij} = 1 \quad \text{e} \quad \sum_{j=1}^n \hat{b}_{ij} = 0 \quad (3)$$

Os resultados mostram que as trajetórias regionais observadas e estimadas dos Valores Adicionados para o setor industrial são aderentes conforme mostrado os resultados na Figura 1.

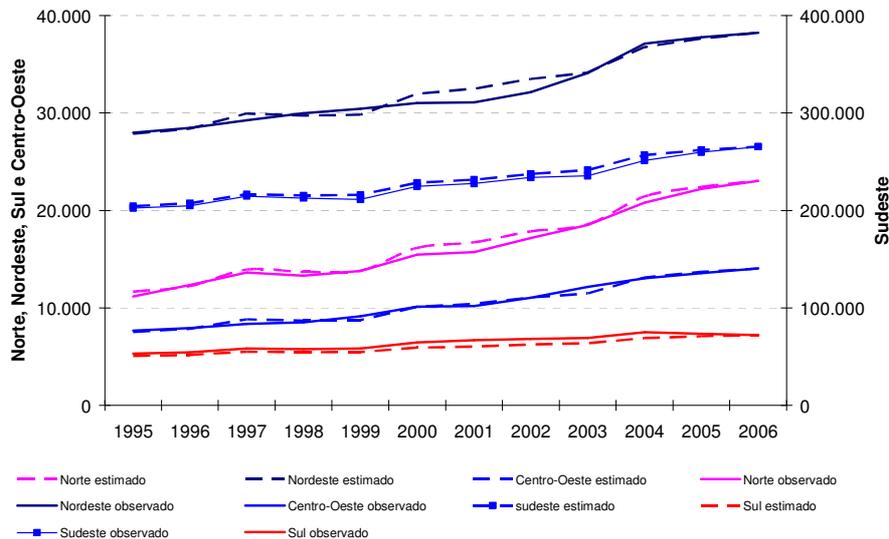


FIGURA 1 - Comparação entre as trajetórias observadas e estimadas do PIB Industrial para as Grandes Regiões

A qualidade do ajuste demonstra a adaptabilidade do modelo ao objetivo proposto, que é desagregar um cenário macroeconômico com base em tendências do seu histórico. A título de exemplo, a tabela 4 lista os coeficientes de correlação entre as séries observadas e estimadas pelo modelo, onde as correlações elevadas confirmam a aderência do modelo ao seu histórico com os coeficientes de correlação significativos. Por fim, a evolução das participações das Grandes Regiões nos PIB setoriais é apresentada na tabela 5.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre os valores observados e estimados dos setores.

| Setores | Norte | Nordeste | Sudeste | Centro Oeste | Sul |
|-----------------------|-------|----------|---------|--------------|-------|
| Agropecuário | 0,971 | 0,837 | 0,978 | 0,979 | 0,931 |
| Industrial | 0,996 | 0,983 | 0,997 | 0,991 | 0,967 |
| Comercio e Serviços | 0,989 | 0,998 | 0,999 | 0,995 | 0,990 |
| Serviços Públicos | 0,975 | 0,994 | 0,989 | 0,988 | 0,946 |
| Administração pública | 1,000 | 0,999 | 1,000 | 0,999 | 0,999 |
| Serviços domésticos | 0,981 | 0,945 | 0,995 | 0,971 | 0,937 |

Tabela 5 - Evolução da participação (%) das Grandes Regiões nos PIBs setoriais

| Ano | 2006 | Norte | Nordeste | Sudeste | Centro-Oeste | Sul |
|------|---|-------|----------|---------|--------------|------|
| 2006 | Agropecuário | 9,3 | 19,3 | 31,6 | 14,5 | 25,2 |
| | Ind. Ext. Mineral e Transformação | 5,6 | 9,3 | 64,3 | 3,4 | 17,5 |
| | Comércio e serviços | 4,0 | 12,3 | 59,7 | 7,7 | 16,3 |
| | Serviços industriais e de utilidade pública | 4,7 | 18,5 | 51,6 | 6,7 | 18,5 |
| | Administração pública | 7,6 | 18,9 | 41,3 | 19,3 | 12,9 |
| | Serviços domésticos | 4,3 | 15,6 | 57,1 | 8,8 | 14,3 |
| | PIB a preços de mercado | 5,1 | 13,1 | 56,8 | 8,7 | 16,3 |
| 2014 | Agropecuário | 9,0 | 18,4 | 31,0 | 16,9 | 24,7 |
| | Ind. Ext. Mineral e Transformação | 6,7 | 9,3 | 62,1 | 4,0 | 17,9 |
| | Comércio e serviços | 4,7 | 12,6 | 57,7 | 8,6 | 16,5 |
| | Serviços industriais e de utilidade pública | 5,5 | 19,9 | 49,5 | 7,0 | 18,0 |
| | Administração pública | 8,1 | 18,4 | 40,7 | 20,1 | 12,6 |
| | Serviços domésticos | 4,1 | 15,8 | 57,8 | 9,4 | 12,8 |
| | PIB a preços de mercado | 5,6 | 13,2 | 55,3 | 9,4 | 16,5 |

6.0 - ANÁLISE DOS RESULTADOS PARA O ESTADO AMAZONAS

Com base no cenário macroeconômico anteriormente apresentado, obtêm-se as previsões de PIB por setor para esta UF conforme ilustrado na Figura 2. Como a economia do estado do Amazonas é fortemente dependente das indústrias da Zona Franca de Manaus (ZFM), a queda do PIB industrial provoca uma retração do PIB do Estado no ano de 2009. No médio prazo, conforme ilustrado na tabela 6, são crescentes as participações da indústria e dos serviços industriais de utilidade pública. O crescimento do setor industrial dinamiza o comércio e serviços o qual mantém a participação. Ao mesmo tempo a administração pública, a agropecuária e os serviços domésticos perdem participação.

Tabela 6 - Estado do Amazonas: Evolução da participação dos valores adicionados

| Ano | Agropecuária | Ind. Ext. Mineral e de Transformação | Comércio e serviços | Serviços Industriais de Utilidade Pública | Administração Pública | Serviços Domésticos |
|------|--------------|--------------------------------------|---------------------|---|-----------------------|---------------------|
| 2000 | 7,9 | 35,6 | 36,5 | 0,7 | 18,4 | 0,8 |
| 2001 | 7,9 | 35,4 | 36,9 | 0,7 | 18,3 | 0,8 |
| 2002 | 7,0 | 38,1 | 35,4 | 0,8 | 17,9 | 0,8 |
| 2006 | 5,0 | 39,6 | 36,6 | 1,2 | 17,0 | 0,7 |
| 2007 | 4,7 | 40,7 | 36,8 | 1,2 | 16,0 | 0,6 |
| 2008 | 4,4 | 40,7 | 37,5 | 1,3 | 15,5 | 0,6 |
| 2009 | 4,5 | 38,0 | 39,2 | 1,4 | 16,3 | 0,6 |
| 2010 | 4,3 | 38,5 | 39,1 | 1,4 | 16,1 | 0,6 |
| 2011 | 4,1 | 39,3 | 38,9 | 1,5 | 15,7 | 0,6 |
| 2012 | 3,8 | 40,4 | 38,5 | 1,5 | 15,1 | 0,6 |
| 2013 | 3,6 | 41,8 | 38,0 | 1,6 | 14,5 | 0,5 |
| 2014 | 3,4 | 43,2 | 37,4 | 1,6 | 13,9 | 0,5 |

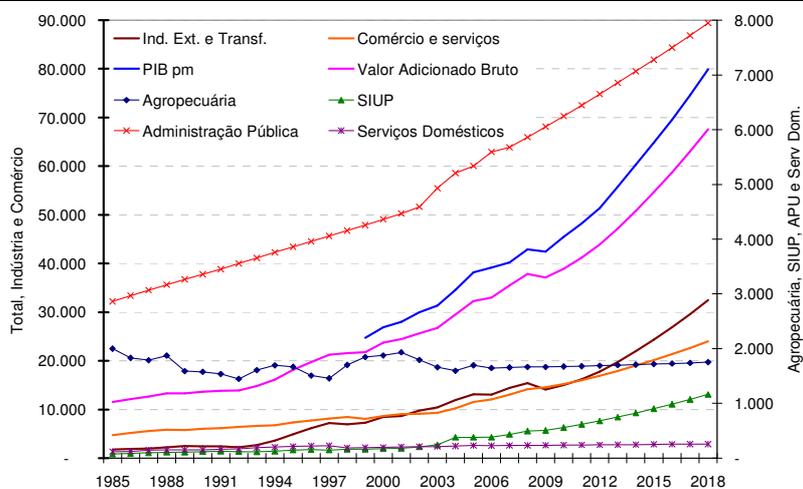


Figura 2 - Estado do Amazonas: valores adicionados setoriais

7.0 - UTILIZAÇÃO DAS SÈRIES DE PIB SETORIAIS E REGIONAIS POR UF

Uma das aplicações para as concessionárias estaduais é a utilização dos PIBs setoriais como variáveis explicativas dos mercados por classe consumo. A seguir são apresentados os resultados do modelo econométrico para previsão de mercado das classes comercial e industrial no Estado do Amazonas. Conforme ilustrado na Figura 3, há uma mudança estrutural na relação entre o consumo da classe comercial e o PIB serviços no Estado do Amazonas após o racionamento de 2001. Tal fato motivou a especificação do seguinte modelo de regressão linear *piecewise* (Greene, 2000) que tem como variável explicativa o PIB comercial e serviços:

$$LnCOM_t = \beta_0 + \beta_1 LnPIBCOM_t + \beta_2 (LnPIBCOM_t - LnPIBCOM_{2002})D_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

onde COM_t é o consumo (MWh) da classe comercial no ano t , $PIBCOM_t$ é PIB do comércio e serviços no ano t , D_t é uma variável dummy ($D_t = 0$ para $t \leq 2002$ e $D_t = 1$ para $t > 2002$)

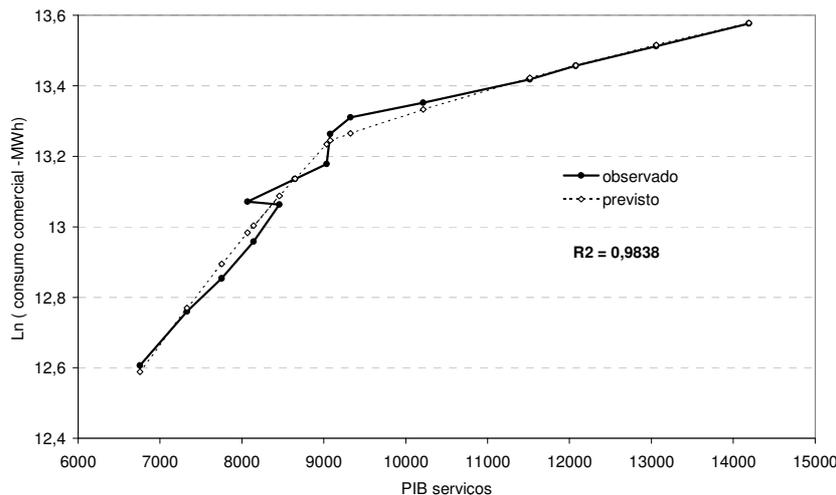


Figura 3 - Consumo observado e estimado pelo modelo de regressão linear piecewise

A equação de regressão estimada por mínimos quadrados é apresentada a seguir:

$$Ln\hat{COM}_t = -6,9783 + 2,2190 LnPIBCOM_t - 1,4720 (LnPIBCOM_t - LnPIBCOM_{2002})D_t \quad (5)$$

Com base na equação acima e no cenário para o PIB comércio & serviços no Amazonas foram obtidas as projeções apresentadas na tabela 7, onde a previsão de mercado da classe residencial foi obtida com base no modelo descrito por Leon *et al.* (2007), um modelo que utiliza as projeções demográficas, as estatísticas da Pesquisa por Amostragem de Domicílios (PNAD) e os cenários de crescimento de economia e consumo das famílias.

Tabela 7 Previsão do consumo da classe comercial e serviços

| Ano | Consumo de energia elétrica (MWh) | | Taxas de crescimento (%) | | PIB comercial milhões de R\$ | Razão comercial/residencial (%) |
|------|-----------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|------------------------------|---------------------------------|
| | comercial | residencial | comercial | residencial | | |
| 2007 | 738.818 | 1.071.001 | 5,8 | 7,2 | 13.059 | 69,0 |
| 2008 | 787.775 | 1.122.958 | 6,6 | 4,9 | 14.190 | 70,2 |
| 2009 | 802.563 | 1.180.427 | 1,9 | 5,1 | 14.548 | 68,0 |
| 2010 | 830.008 | 1.252.434 | 3,4 | 6,1 | 15.218 | 66,3 |
| 2011 | 861.795 | 1.326.578 | 3,8 | 5,9 | 16.003 | 65,0 |
| 2012 | 897.382 | 1.402.433 | 4,1 | 5,7 | 16.894 | 64,0 |
| 2013 | 937.322 | 1.479.332 | 4,5 | 5,5 | 17.909 | 63,4 |
| 2014 | 979.571 | 1.557.644 | 4,5 | 5,3 | 18.998 | 62,9 |

Na tabela 7, a redução da taxa de crescimento do mercado comercial em 2009 reflete a atual crise econômica. Após 2010 o mercado comercial retoma a taxas de crescimento significativas, inferiores a média histórica, mas compatíveis com o cenário para o Estado do Amazonas. Apesar desta menor taxa de crescimento as elasticidades do consumo comercial em relação ao PIB comercial e serviços mantêm-se praticamente constantes ao longo dos períodos 2001-2008 e 2009-2014 de 0,74 e 0,75 respectivamente. A razão entre os consumos das classes comercial e residencial se reduz em função do crescimento do residencial incentivado pelas metas de

universalização da ANEEL. A partir da crise econômica de setembro de 2008, as previsões de crescimento da indústria tem sido decrescentes. No fim de março de 2009 o informe conjuntural da Confederação Nacional da Indústria (CNI) previa uma taxa de crescimento nula para a economia brasileira e uma previsão de queda de 2,8% para o setor industrial no ano. Os incentivos fiscais do Governo Federal para tentar reverter o atual quadro recessivo junto com a desvalorização cambial (incentiva a substituição de importações) favorecem o crescimento da indústria. Por outro lado, a retração das exportações, mesmo com o aumento da competitividade devido ao câmbio mais favorável e a retração do mercado interno tendem a frear a atividade industrial. Assim, em função das incertezas quanto ao crescimento da indústria, em particular no Estado do Amazonas, adotou-se o seguinte modelo de regressão linear simples para o mercado da classe industrial em que o PIB da indústria é a variável explicativa, cuja projeção pode ser obtida a partir de cenários macroeconômicos pelo método descrito neste trabalho:

$$\widehat{LnIND}_t = 6,0214 + 0,8612 LnPIBIND_t \quad (6)$$

onde IND_t é o consumo (MWh) da classe industrial e $PIBIND_t$ é o PIB industrial, ambos no ano t .

Na Figura 4, observa-se a aderência dos valores estimados ao consumo de energia elétrica na indústria. Os valores das projeções são apresentados na tabela 8, onde se destaca a desaceleração da indústria em 2009, um reflexo da queda da atividade econômica da indústria. Em 2010, segundo o cenário macroeconômico retoma-se a trajetória de crescimento da economia juntamente com o consumo de energia elétrica, porém com uma elasticidade um pouco menor. A elasticidade de demanda da classe industrial em relação ao PIB da indústria de reduz de 0,99 no período 2001-2008 para 0,86 no período 2009/2014.

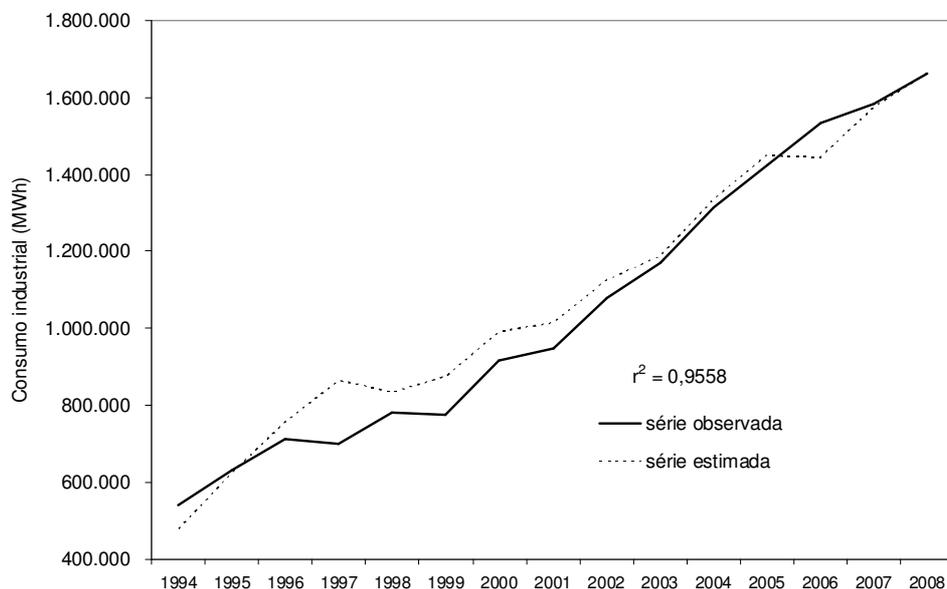


Figura 4 Consumo observado e estimado pelo modelo de regressão linear simples

Tabela 8 Histórico e projeção do Consumo industrial e valor adicionado da indústria

| Ano | Histórico e projeção do consumo da classe industrial (MWh) | Taxa de crescimento do consumo (%) | Valor adicionado da indústria ext. e de transformação (R\$ milhão) |
|------|--|------------------------------------|--|
| 2007 | 1.584.037 | 3,3 | 14.438 |
| 2008 | 1.663.360 | 5,0 | 15.383 |
| 2009 | 1.545.251 | -7,1 | 14.122 |
| 2010 | 1.626.512 | 5,3 | 14.988 |
| 2011 | 1.739.287 | 6,9 | 16.201 |
| 2012 | 1.882.483 | 8,2 | 17.760 |
| 2013 | 2.058.788 | 9,4 | 19.706 |
| 2014 | 2.257.364 | 9,6 | 21.930 |

8.0 - CONCLUSÕES

Os estudos de regionalização das atividades econômicas no Brasil ainda encontram-se nos seus primeiros passos. As séries históricas levantadas tratam apenas a economia sob a ótica da produção e a ausência de estudos prospectivos setoriais e regionais é uma deficiência na projeção regional do mercado futuro de energia elétrica. Há necessidade de avançar com os trabalhos de economia regional, para que os cenários possam

expressar as sinalizações de investimento dos setores econômicos e as políticas públicas que estimulem o desenvolvimento regional. O modelo de desagregação desenvolvido mostrou ter características robustas e a sua utilização permitiu estender a regionalização aos setores Agropecuária, Indústria e Serviços e outros agregados nas Grandes Regiões, Subsistemas e Unidades da Federação, sendo que neste trabalho são apresentados os resultados para as Grandes Regiões e o Amazonas como exemplo de estadualização.

A adequação deste método quantitativo ao planejamento do setor elétrico é fundamentada pela própria característica do processo de planejamento, pois a cada ano realiza-se a revisão do planejamento do ano anterior. Novas hipóteses de crescimento da economia são formuladas e novos cenários macroeconômicos são apresentados. O passo seguinte é a desagregação das variáveis econômicas em setores da economia e estas em regiões geográficas ou unidades da federação, no qual se insere o modelo proposto neste trabalho. Em comparação aos modelos regionais de equilíbrio geral (Guilhoto et al, 2002), o modelo proposto tem a vantagem de prescindir de estudos e pesquisas prospectivas sobre a dinâmica das distintas regiões brasileiras. O modelo proposto é uma alternativa diante da impossibilidade de revisar dentro de um ciclo de planejamento anual as pesquisas regionais necessárias para atualizar a base de dados de modelos regionais de equilíbrio geral.

Tradicionalmente, a elasticidade da demanda (consumo de energia elétrica) em relação ao PIB é o indicador de consistência da projeção agregada do mercado de energia elétrica. Com o modelo proposto obtém-se a desagregação setorial do PIB e calculam-se as elasticidades setoriais para cada classe, de acordo com os setores da economia indicados na tabela 1. A título de exemplo, na Tabela 9 são apresentadas os valores das elasticidades setoriais para o Estado do Amazonas. O valor da elasticidade de demanda é apresentado na última coluna da mesma tabela 9.

Tabela 9 - Elasticidades setoriais e de demanda para o Amazonas

| Período | consumo da classe industrial / PIB da indústria ext. mineral e de transformação | consumo da classe comercial e serviços / PIB comercio serviços mercantis e construção civil | consumo classe rural / PIB agropecuário | Consumo das classes poder público e iluminação pública / PIB administração pública | consumo das classes serviço público e consumo próprio / PIB serviços industriais de utilidade pública | consumo total de energia elétrica / PIB a preços de mercado |
|-----------|---|---|---|--|---|---|
| 1994-2000 | 0,56 | 2,16 | 0,59 | 2,89 | 0,26 | |
| 2001-2008 | 0,99 | 0,74 | (3,59) | 1,75 | 0,36 | 0,89 |
| 2009/2014 | 0,86 | 0,75 | 20,44 | 1,52 | 0,35 | 0,85 |

Nota: Elasticidades foram calculadas por modelos econométricos com especificação Cobb-Douglas.

Por fim, na falta de projeções regionais para o longo prazo, o uso do modelo proposto parece ser bem mais razoável do que as avaliações subjetivas usualmente empregadas no planejamento setorial.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GUILHOTO, J.J.M; LOPES, R.L.; MOTTA, R.S. Impactos ambientais e regionais de crescimento da economia brasileira – 2002-2012, texto para discussão nº 892 IPEA, Rio de Janeiro, julho de 2002
- (2) GREENE, W. Econometric Analysis, 4th edition, Prentice-Hall Inc., 2000.
- (3) IBGE, Sistema de Contas Nacionais – Brasil 2002/2006,
- (4) IBGE, Contas Regionais do Brasil (diversos anos: 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 – 2006)
- (5) LEON, N.; PESSANHA, J. F. M. Projeções da população e do número de domicílios: uma incerteza para a projeção do mercado de energia elétrica em um horizonte de dez anos ? Workshop Demografia dos Negócios, 2005, Salvador.
- (6) LEON, N.; PESSANHA, J. F. M. ; BOSINGNOLI, D.O. A distribuição de renda na previsão de mercado de energia elétrica das residências. In: XIX SNPTEE, 2007, Rio de Janeiro.
- (7) MADEIRA, J. L. e SIMÕES, C. C. da Silva, Estimativas preliminares da população Urbana e Rural segundo Unidades da Federação de 1960 a 1980, por uma nova metodologia de Revista Brasileira de Estatística, v 33, n° 129, pp 3-11 jan./mar. 1972
- (8) RAMOS, R.L.O., FEIJÓ, C.A.; YOUNG, C.E.F., LIMA, F.C.G.C., GALVÃO, O.J.A., Contabilidade Social, Campus, Rio de Janeiro, 2ª edição 2003.
- (9) PESSANHA, J. F. M. ; LEON, N.; JANNUZZI, P.M. Premissas demográficas para projeção do consumo de energia elétrica dos sistemas isolados da Amazônia. In: XIX SNPTEE, 2007, Rio de Janeiro.