

RELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E GERAÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO APLICADO AO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO À PARTIR DE UM MODELO VAR

Renner Ribeiro de Oliveira(*), Fabrício Pelizer Almeida, Fernando de Araújo, Gabriel Ribeiro Borges, Juliano Augusto Borges Soares * Universidade de Uberaba – rennerribeiro@outlook.com

RESUMO

Estudos e avaliações recentes que mencionam as inter-relações com olhar econométrico são de grande importância para a economia brasileira e a dependência energética que visa manter e expandir suas atividades diante da matriz energética e sua real capacidade. Considerando as variáveis climáticas regionais e os impactos na conjuntura do setor industrial brasileiro, tal artigo verifica os principais polos industriais do país como enfoque da matriz energética. Para tanto utilizou-se a metodologia VAR para submeter o conjunto de série de dados obtidos e alcançar as análises de regressão e suas respectivas interpretações. Como resultado significativo e que influencia positivamente partes de tal processo temos o coeficiente das séries climáticas dos modelos na direção causal da geração e consumo de energia para a indústria. A baixa capacidade de sustentação da matriz energética diante do interesse industrial junto ao crescimento dos mercados internacionais se confirmar diante das previsões das séries de maior interesse e significância. Desse modo, discussões que cercam tecnologias novas que pretendem ampliar a base energética do país e questões sobre mudanças climáticas se mostram positivas para o setor produtivo brasileiro e com ampla relevância para o planejamento estratégico.

PALAVRAS-CHAVE: Variações Climáticas, Energia elétrica, Modelo VAR, Indústria Brasileira, Matriz Energética.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os temas voltados à matriz energética, constituem-se como um dos principais paradigmas da sociedade moderna, devido à necessidade crescente das populações mundiais de diversos bens e serviços, relacionados ao consumo de energia.

Além disso, o processo de urbanização acelera consideravelmente o consumo e demanda de energia, em detrimento à expansão das relações comerciais, aumento do poder de compra das pessoas e uso da tecnologia.

Um revés importante nesse cenário socioeconômico está relacionado à matriz energética, ou seja, o total de energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos. Pode ser ainda compreendida, como sendo uma representação quantitativa da oferta de energia, planejada e executada pelo estado ou através de parcerias público-privadas, sendo elas de fontes renováveis ou não.

Em geral, nas principais economias mundiais, observa-se uma elevada dependência dos recursos naturais não renováveis, ainda como base de suas matrizes energéticas. Obviamente esse cenário é pouco sustentável no sentido de autonomia no fornecimento e precificação, além de invariavelmente traduzir-se em maiores impactos ambientais.

No caso do Brasil em especial, observa-se uma das matrizes mais renováveis do mundo comparando-se com países industrializados. Isso porque, o país otimiza de certa forma, boa parte dos recursos hídricos para geração de energia elétrica, ou seja, prioriza as fontes hidráulicas para sustentação do setor industrial e consumo doméstico das cidades.

Ainda que haja boa perspectiva no sentido da produção limpa de energia, algumas preocupações são pertinentes para os vários setores econômicos, em especial o setor industrial. Isso porque, para Reis (2003), o setor industrial consome aproximadamente 40% da energia do país, tornando-se o setor com maior consumo, seguido dos setores de transportes, residenciais e comerciais.

Além disso, o aumento da renda per capita, do consumo de bens e crescimento dos processos de urbanização, observados com frequência na última década, afetam significativamente o compasso da atividade industrial doméstica. Vale ressaltar ainda, que esse setor é um pilar importante para o crescimento econômico do país, e a ampliação da produção industrial, pode significar crescimento do PIB e geração de divisas para a economia interna.

Portanto, dado a relevância do setor industrial na economia brasileira e a dependência energética para a manutenção e expansão de suas atividades, frente à capacidade instalada da matriz energética brasileira, verificam-se possíveis inter-

relações importantes sob o ponto de vista econométrico. Somam-se a esse conjunto de variáveis, os aspectos climáticos, tais como, precipitação e temperaturas locais, devido às suas incidências e intervenções nas fontes hidráulicas de geração de energia elétrica.

Desse modo, pretende-se no presente trabalho, avaliar a capacidade de transmissão de impactos entre variáveis climáticas, de produção e econômicas, com intuito de, construir cenários que auxiliem os setores envolvidos na tomada de decisão e que contribua no debate sobre mudanças climáticas e suas intervenções nos padrões da economia local.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

O Brasil atualmente conta com uma composição energética diversificada em sua produção, tendo em vista a busca da autossuficiência em energia para suprir a demanda industrial, doméstica, transportes e iluminação pública, dado sua capacidade de formalização de uma base energética sustentável. Em contrapartida, segundo Goldenberg (2004), aproximadamente 80% de toda a energia consumida no mundo provêm de fontes fósseis e de derivados de petróleo.

No painel energético brasileiro a fonte hidráulica representa 69,76% do total produzido, seguido das usinas termoeletricas que representam 27,12% da geração. Compreende-se que essas duas fontes são as principais geradoras na matriz energética, sendo alvo de políticas públicas e análises setoriais.

Nos últimos anos o país passou por um processo significativo de redução simultânea e inédita da pobreza e da desigualdade de renda, contribuindo para um relevante aumento do consumo de bens materiais principalmente eletrônicos, automobilísticos e serviços. Consequentemente, percebe-se um maior consumo de energia tanto no setor industrial para produzir esses produtos e bens, quanto residenciais.

Considerando o PIB do setor industrial das principais regiões brasileiras, e devido à relevância econômica no cenário doméstico, percebe-se ainda forte tendência de concentração dessas atividades nos estados da região sudeste e centro-oeste. Obviamente, nesses estados estão também grande parte dos esforços e políticas setoriais, em especial para o aporte energético, à ponto de sustentar tais atividades nessas regiões.

Tomando alguns principais municípios do estado de São Paulo (São Paulo - Capital, Franca, São Carlos), Minas Gerais (Belo Horizonte, Araxá e Uberaba) e Goiás (Goiânia, Catalão, Jataí), como demonstrativo da representatividade econômica da indústria no produto interno bruto, percebe-se franca capacidade de expansão desse montante, especialmente no estado de São Paulo (Gráfico 1).

Destaca-se o desempenho da indústria paulista na geração de divisas para a economia doméstica em relação aos demais estados apontados no Gráfico 2, dada a relevância e maturidade do parque industrial, que remonta ao início do século XX. Tal consideração reforça a demanda crescente de energia elétrica para manutenção e planejamento estratégico do setor, além da expressiva dependência socioeconômica dessa atividade, pelo estado e para a economia doméstica.

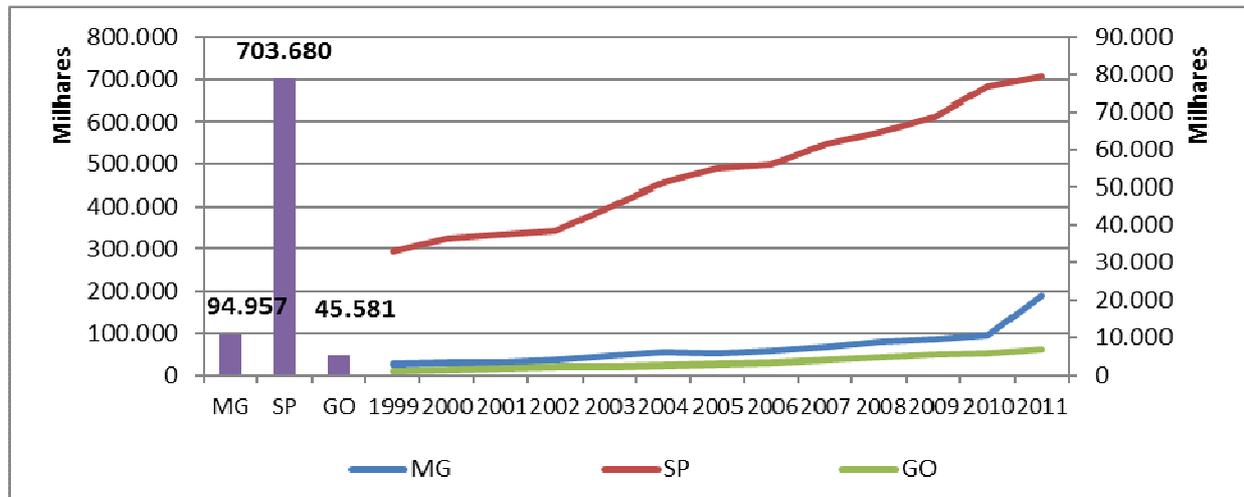


Gráfico 1 - Evolução (anual e consolidado) do PIB do setor industrial de três principais municípios dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás (em milhões de R\$) no período de 1999 à 2011 - Fonte: IBGE (2012)

Implica afirmar, a importância de se discutir a matriz energética e a capacidade de fornecimento, de modo sustentável e competitivo de modo a não comprometer a atividade industrial, e por consequência, os indicadores sociais, ambientais e econômicos, à ela atribuídos.

Tendo em vista a relevância desse cenário macroeconômico e complexidade para a compreensão e mensuração das variáveis é que se pretende com esse trabalho, compor um modelo capaz de elucidar as transmissões de impactos de um grupo de variáveis, organizadas em séries históricas, na formação de uma conjuntura econômica para a indústria alocada nas regiões sudeste e centro-oeste do país.

MODELOS AUTO REGRESSIVOS (VAR) PARA SÉRIES CLIMÁTICAS E ECONÔMICAS

Os modelos de vetores auto-regressivos (modelos VAR) são sistemas de equações simultâneas que capturam a existência de relações de interdependência entre variáveis, e que permitem avaliar o impacto de choques estocásticos sobre determinada variável do sistema.

Para tais modelos (VAR) pressupõe-se, em um estudo de séries temporais, certa estacionariedade dos dados, ou seja, quando a média e variância dos dados forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depender apenas da distância ou defasagem entre os dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada (GUJARATI, 2000).

Em suma, tais modelos foi proposta como alternativa aos modelos estruturais multiequacionais. Um VAR tem duas dimensões (i) número de variáveis = k e (ii) número de defasagens = p. Um VAR (p) com k variáveis é representado, em forma matricial, por Hamilton (1994):

$$Y_t = \alpha + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \text{ equação (1)}$$

em que Y_t é um vetor $k \times 1$ de variáveis endógenas Y_{t-j} , $j=1, 2, 3, \dots, p$ são vetores $k \times 1$ de variáveis defasadas, α é um vetor $k \times 1$ de interceptos, θ_i , $i=1, 2, 3, \dots, p$ são matrizes $k \times k$ de coeficientes a serem estimados e ε_t é um vetor $k \times 1$ de erros aleatórios com $E(\varepsilon_t) = 0$ e $E(\varepsilon_t \varepsilon_t) = \Omega$.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado à partir de uma análise de séries temporais, que devem compor um modelo interpretativo para o setor energético regional brasileiro. Para tanto, as séries foram indicadas, de modo à representar as fases de geração e consumo de energia pelo setor industrial dos principais polos na região sudeste e centro-oeste do país, e capacidade de exportação no âmbito da indústria nacional.

O período considerado para composição do modelo econométrico compreende os meses de janeiro de 1996 à dezembro de 2013, totalizando 216 dados. As séries estão descritas na tabela 1, conforme a descrição, fonte e unidade.

Tabela 1 - Descrição das variáveis utilizadas no modelo para a proposta de análise do setor industrial brasileiro

| Variáveis | Descrição da Série | Fonte | Unidade |
|-----------|--|----------------|---------|
| Pluv | Pluviosidade média mensal – média ponderada (SP, MG, GO) | INMET/BDMEP | mm |
| Temp | Temperatura média mensal – média ponderada (SP, MG, GO) | INMET/BDMEP | °C |
| GEEHid | Geração de Energia Elétrica Hidráulica | ONS - Elétrico | GWh |
| CEEInd | Consumo de Energia Elétrica pela Indústria | Eletrobrás | GWh |
| ExpInd | Exportações de Produtos Industrializados (FOB) | MDIC/SECEX | US\$ mi |

As séries analisadas referem-se aos valores mensais de geração de energia elétrica hidráulica (em GWh) e consumo de energia pela indústria brasileira no mesmo período, além da tarifa de energia paga pela indústria (R\$*MWh⁻¹). Foi considerado como um pilar econômico relevante no cenário industrial, a capacidade de exportação, devido à necessidade de se avaliar possíveis efeitos no crescimento econômico do setor.

Estabeleceu-se para as séries históricas, em detrimento à relevância da atividade industrial (p) local no montante geral doméstico, diferentes pesos na consolidação de uma série representativa, conforme verifica-se em (2):

$$P_m \text{ ou } T_m = \sum_{i=1}^n \frac{(y_{i-1} \dots y_n) * (p) + (x_{i-1} \dots x_n) * (p-1) + (z_{i-1} \dots z_n) * (p-2)}{(p+p-1+p-2)} \quad \text{equação (2)}$$

sendo P_m a precipitação média e T_m a temperatura média para o n períodos considerados, y , x e z , os valores de precipitação ou temperatura mensais para os estados de SP, MG e GO e p , o coeficiente de ponderação das séries em função da atividade industrial no estado, respectivamente.

As séries de dados foram submetidas ao teste de raiz unitária (ADF), com o objetivo de verificar a estacionaridade. Em seguida, submeteu-se o modelo para estimação de defasagens, tendo como referência o Critério de Informação Schwarz (BIC), que pondera entre a função log-verossimilhança maximizada e o número de parâmetros do modelo (SCHWARZ, 1978).

O melhor modelo é aquele que apresenta o maior valor do BIC dado por,

$$BIC = E[\ln L(\theta)] - \frac{1}{2} p \ln(N) \quad \text{equação (3)}$$

em que $E[\ln L(\theta)]$ é o valor esperado tomado com relação a densidade *a posteriori*, da função log-verossimilhança, i é a dimensão do vetor de parâmetros e N é o tamanho amostral.

À partir da elaboração do modelo, pretende-se propor as previsões para as séries para o período de janeiro de 2014 à dezembro de 2015 de modo que possibilite a discussão e propostas estratégicas para os setores de energia e industrial.

As decomposições das séries de interesse no modelo auto-regressivo (VAR) para Minas Gerais, bem como os gráficos de transmissão e previsão, foram gerados pelo programa GRETL (GNU Regression, Econometrics and Time-series Library, 1.9.9, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, é comum o fato de as séries econômicas, quando consideradas em curto período do tempo, não serem estacionárias. Além disso, as variáveis que compõem esses modelos podem assumir um comportamento desuniforme em um intervalo de tempo, em detrimento às políticas governamentais, variações sazonais e choques mundiais.

Portanto, para verificar a afirmação de estacionaridade, fez-se o teste de *Dickey-Fuller* Aumentado (ADF). Essencialmente, este teste, que se baseia em momentos simples de segunda ordem, é mais adequado para as estimativas dos parâmetros do que os modelos de Mínimos Quadrados Ordinários, adotado tradicionalmente no modelo de *Dickey-Fuller* (1979 e 1981). Portanto, os resultados do teste de raiz unitária estão dispostos na Tabela 2, inclusive os parâmetros de estacionaridade para as variáveis das séries históricas, com uma defasagem (p-1).

Tabela 2 - Resumo dos testes de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as séries do modelo econométrico

| Variáveis | Defasagem (p-1) | ADF – τ statistic | | Equação do Teste | Estacionaridade (p < 0,005) |
|-----------|-----------------|------------------------|----------|---------------------------|-----------------------------|
| Pluv | 1 | T | -3,77129 | Sem constante | Estacionária |
| Temp | 1 | T_{μ} | -7,80369 | Com constante | Estacionária |
| GEEHid | 1 | T_t | -3,82587 | Com constante e tendência | Estacionária |
| CEEInd | 1 | T_t | -3,91891 | Com constante e tendência | Estacionária |
| ExPIInd | 1 | T_t | -3,7174 | Com constante e tendência | Estacionária |

Nota-se que todos os valores mostraram-se significativos, independente do tipo de mercado (ao nível dos produtores e no atacado), ou seja, as séries de preços utilizadas conforme o modelo de *Dickey-Fuller* Aumentado (ADF) são estacionárias. A série estacionária mais conhecida e simples é a série ruído branco (e_t), sendo que, os e_t (com $t=1,2,3...$) são identicamente distribuídos e independentes, com média zero e variância (σ^2) a série e_t é integrada de ordem zero $I(0)$ (GUJARATI, 2000).

A seleção de defasagens para a composição do modelo auto-regressivo (VAR), foi obtida à partir do critério Bayesiano de Schwarz (BIC), conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Seleção de defasagens pelo critério Bayesiano de Schwarz (BIC) para o conjunto de séries de interesse do modelo

| Defasagens | Log.l | p (LR) | BIC |
|------------|-------------|--------|------------|
| 1 | -5985,50395 | | 63,307397 |
| 2 | -5901,21749 | 0,00 | 63,113983* |

Nota: O asterisco indica o melhor (isto é, o mínimo) valor do critério de informação.

Os modelos auto-regressivos (VAR), foram descritos considerando 2 meses de defasagem, uma constante e tendência, compondo um modelo de regressão, que espera-se, ao menos empiricamente, consiga explicar a composição de influência do modelo geral das variáveis.

ESTIMATIVAS DO MODELO VAR

As estimativas do modelo VAR, que considera a variável dependente aquela em que pretende-se verificar o impacto, em função do choque percebido no conjunto de séries, permitem avaliar a transmissão desse impacto no modelo, compreendido como sendo um fator causa. Na Tabela 4 estão descritos a saída de dados da análise e os resultados das variáveis significativas no modelo.

Uma interpretação empírica do modelo descrito na Tabela 4 sugere que as variáveis significativas causam efeitos na variável dependente. O fato de haver defasagem de dois meses compreende o período de transmissão e percepção do modelo acerca dos efeitos.

Tabela 4 - Estimativas do modelo VAR para o conjunto de variáveis climáticas, geração de energia por fonte hidrelétrica, consumo de energia pela indústria (na região sudeste e centro-oeste do país) e montante exportado pelo setor indústria brasileira, com até 2 (dois) meses de defasagem (1996-2013).

| Coeficientes | Variável Dependente | | |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | GEEHid | CEEInd | ExPInd |
| Constante | 10012,4*** | 2365,68*** | -703,868 |
| | (0,00001) | (0,00030) | (0,50836) |
| Pluv(1) | 4,38883*** | -1,13108*** | -2,23575*** |
| | (0,00278) | (0,00686) | (0,00129) |
| Pluv(2) | 3,25719** | 1,31309*** | 1,85007** |
| | (0,01695) | (0,00082) | (0,00423) |
| Temp(1) | 149,747* | -36,2162 | -31,9307 |
| | (0,05697) | (0,10672) | (0,38882) |
| Temp(2) | -439,24*** | -9,90479 | -20,3466 |
| | (<0,00001) | (0,67587) | (0,60365) |
| GEEHid(1) | 0,233889*** | 0,0647101*** | -0,0967472*** |
| | (0,00053) | (0,00078) | (0,00234) |
| GEEHid(2) | 0,557147*** | -0,015668 | 0,0939032*** |
| | (<0,00001) | (0,44844) | (0,00647) |
| CEEInd(1) | 0,273495 | 0,741675*** | 0,340033** |
| | (0,33797) | (<0,00001) | (0,01229) |
| CEEInd(2) | -0,26575 | -0,0374892 | -0,0749675 |
| | (0,33192) | (0,63164) | (0,56226) |
| ExPInd(1) | 0,466429*** | 0,0493281 | 0,456613*** |
| | (0,00299) | (0,26732) | (<0,00001) |
| ExPInd(2) | -0,371019** | 0,0272389 | 0,246693*** |
| | (0,01287) | (0,51978) | (0,00051) |
| <i>T</i> | 8,53117* | 3,31138** | 5,13775** |
| | (0,06135) | (0,01133) | (0,01744) |
| <i>d</i> | 2,033612 | 2,057063 | 2,182148 |
| | | | |

*** Significativo a 1%, ** a 5% e * a 10%.

As variáveis climáticas do modelo, temperatura e pluviosidade média no período, influenciaram, significativamente, de modo geral a geração de energia hidrelétrica. Especificamente os índices pluviométricos nas regiões consideradas no modelo, afetaram positivamente a geração de energia elétrica (4,38%). Mesmo a ocorrência passada no sentido do mês atual da variável dependente, foi possível perceber influência significativa (3,25%). Somente para temperatura média, no 2º mês de defasagem observou-se influência significativa, porém com efeito negativo.

Considerando as demais séries de interesse do setor industrial, as variáveis climáticas, em especial, a pluviosidade influenciam significativamente o consumo de energia elétrica (fonte hidráulica) e o montante exportado, invertendo-se o sentido do impacto no 2º mês de defasagem. Empiricamente, significa dizer que, um aumento de 10% no regime de chuvas nas regiões consideradas na pesquisa, impacta em um aumento de 18,5% no montante exportado pelo setor industrial.

A capacidade de transmissão dos impactos das séries climáticas na variável geração de energia hidrelétrica mostrou-se significativa, principalmente nos primeiros meses após o choque (Gráfico 2). Em especial a relação causal entre a pluviosidade mensal e a geração de energia, foi possível perceber, uma elevada capacidade de reposta ao choque da primeira variável, positivamente.

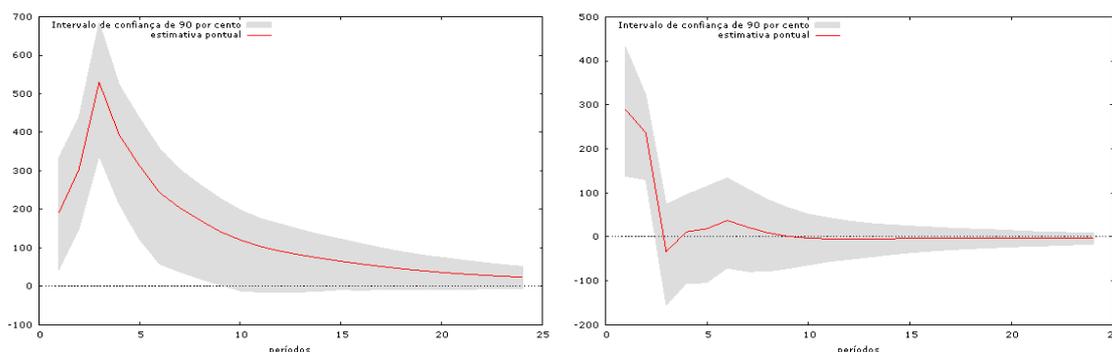


Gráfico 2 - Resposta da variável Geração de Energia Hidrelétrica à um choque na série Pluviométrica e Temperatura Média Mensal. Fonte: Autor do Trabalho.

Entretanto, a resposta é inversa, porém significativa, nas séries de consumo de energia hidrelétrica e capacidade de exportação do setor industrial, aos choques na série de pluviosidade mensal (Gráfico 3). O delineamento da resposta das duas séries de caráter econômico mostrou-se muito semelhante, inclusive pela elevada capacidade de influência das séries de geração e consumo de energia no desempenho do setor industrial.

Destaca-se nesse contexto, a transmissão de choques na série de pluviosidade média para a série econômica de exportação de produtos industrializados após 8 meses, aproximadamente e mantém estacionário em um cenário de 24 meses. É provável que outros fatores (*dummies*) não contemplados no modelo, intervenham no comportamento da série econômica.

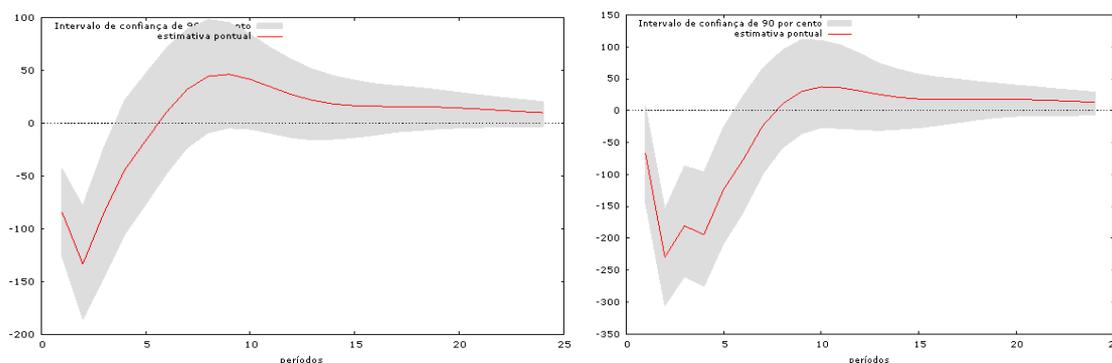


Gráfico 3 - Resposta da variável Consumo de Energia Elétrica (fonte hidrelétrica) e Exportação de Produtos Industrializados à um choque na série Pluviométrica Média Mensal. Fonte: Autor do Trabalho.

As previsões à partir do modelo VAR foram realizadas para as séries de pluviosidade média mensal, geração de energia hidrelétrica, consumo de energia hidrelétrica pelo setor industrial e montante exportado pela indústria, com o intuito de

se avaliar um cenário de curto prazo, tendo em vista as transmissão de impactos entre a variável climática (pluviosidade) e as séries de interesse por parte da indústria (Gráfico 4).

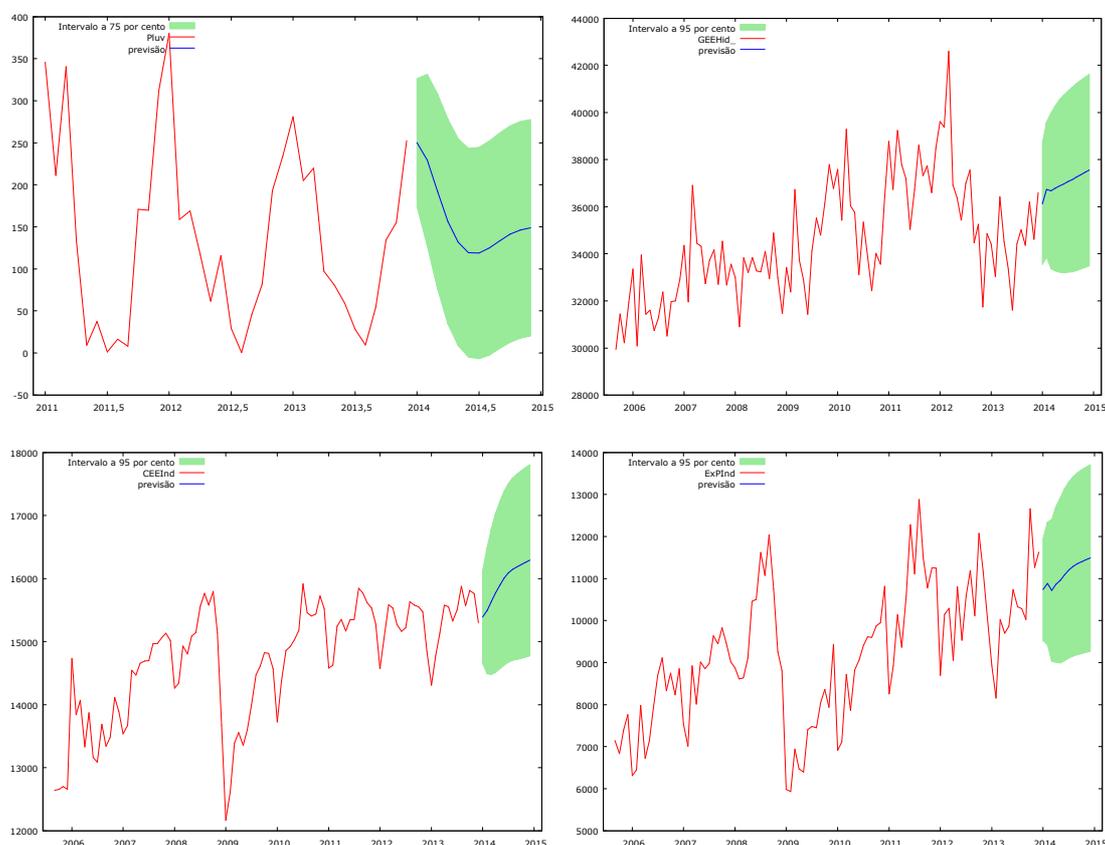


Gráfico 4 - Cenários de previsão de 12 meses para a série de pluviosidade média mensal, geração de energia por fonte hidrelétrica, consumo de energia pela indústria (na região sudeste e centro-oeste do país) e montante exportado pelo setor indústria brasileira, (1996-2013 para 2014). Fonte: Autor do Trabalho.

Nota: Área sombreada refere-se à $1-\alpha = 95\%$, exceto para a série de pluviosidade ($1-\alpha = 75\%$). Justifica-se em função do interesse de se obter área sombreada com valores positivos. Para pluviosidade, estão representadas no gráfico somente as últimas 36 observações.

Observa-se na previsão de 12 meses para a pluviosidade mensal, uma estimativa de crescimento da ordem de 8,0% à 15,8% em relação aos 4 anos anteriores (2010-2013), mantido o comportamento sazonal, porém com menor amplitude. Percebe-se, portanto, um cenário pouco otimista em detrimento à expectativa de concentração das precipitações nas localidades das hidrelétricas, consideradas na pesquisa.

Implica dizer que a projeção de ampliação de chuvas nessas regiões é insuficiente para suportar a capacidade de expansão econômica do setor industrial. De acordo com o Gráfico 5, a expectativa de ampliação da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas brasileiras é de 3,82%, enquanto o consumo dessa energia pelo setor industrial é da ordem de 5,52% e a projeção de exportação de produtos industrializados para 12 meses é de 6,52%.

Há, portanto evidências de uma lacuna entre a capacidade do setor energético brasileiro e o planejamento estratégico do setor industrial, sendo esse, um importante revés à ser considerado na pauta econômica do país. Justifica-se o estudo de novas fontes de energia “limpa”, para diversificação e eficiência do parque energético brasileiro, ainda no curto prazo, aliado à uma reestruturação do setor, com importantes tecnologias em toda a cadeia de produção de energia.

Por fim é importante ressaltar a necessidade de investimentos e mudança na compreensão dos impactos das atividades econômicas no clima, em especial nos grandes centros. Sob esse aspecto, incidem as estimativas de reabastecimento dos reservatórios das hidrelétricas pelo regime pluviométrico local, tanto em volume quanto em espacialização das chuvas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo avaliou os impactos das variáveis climáticas restritas à região sudeste e centro-oeste do país, no setor energético hidráulico brasileiro e no desempenho econômico do setor industrial. Utilizou-se para tanto, o modelo VAR para séries temporais estacionárias, com intuito de se obter análises de regressão, tomando cada variável como dependente por vez.

Constatou-se a capacidade de transmissão dos efeitos das séries climáticas, mais evidente para a série histórica de pluviosidade média mensal, na geração de energia por hidrelétricas e na capacidade de exportação de produtos pelo setor industrial brasileiro.

Por fim, as previsões das séries de maior interesse e significância, confirmam a preocupação do setor industrial, considerando a expectativa de crescimento das exportações de seus produtos, em um cenário econômico favorável, porém com baixa capacidade de sustentação da matriz energética. Desse modo, além de novas tecnologias que diversifiquem e potencializem a ampliação da base energética brasileira, o monitoramento ambiental e a preocupação com as precipitações pluviométricas – ocorrência, distribuição e localização – são relevantes para o planejamento estratégico dos setores produtivos no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DICKEY, D. A. e FULLER, W. A. (1979). Distribution of the estimator for auto-regressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366):427–431.
2. DICKEY, D. e FULLER, W., 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, vol. 49, p. 1057-1072.
3. FULLER, W.A. (1976). *Introduction to Statistical Time Series*. 2 ed. 1996, 698p.
4. GOLDENBERG, J., COELHO, S. & LUCON, O. (2004). How adequate policies can push renewables. *Energy Policy*, 32, 1141-1146.
5. GRETL - GNU Regression, Econometrics and Time-series Library, 1.9.9, 2012.
6. GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. São Paulo: Makron Books, 2000. 846p.
7. REIS, L. B. dos. *Geração de energia elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade*. 3 ed. Barueri, São Paulo. Manole, 2003.
8. SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6, 461–464. 1978.