

## **ATIVIDADE ECONÔMICA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: UMA ABORDAGEM BASEADA NA PESQUISA INDUSTRIAL ANUAL DO IBGE**

João Felipe Cury Marinho Mathias<sup>1</sup>

Nivalde José de Castro<sup>2</sup>

Silvio Sales de Oliveira Silva<sup>3</sup>

Roberto Brandão<sup>4</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho busca assim apresentar uma abordagem metodológica centrada na decomposição da demanda por eletricidade no setor industrial brasileiro, com base em séries mensais de indicadores a partir do início de 2002, que permita inferir sobre o impacto na demanda de energia elétrica decorrente do comportamento do índice de produção industrial em nível de subsetor. Pretende-se provar a hipótese de esse tipo de informação irá agregar mais conhecimento sobre a interrelação entre atividade econômica e demanda por energia elétrica e, desse modo, poder subsidiar os formuladores de política no que tange ao planejamento energético do país.

Palavras-chave: Consumo de eletricidade, Crescimento Econômico, Planejamento Energético

### **ABSTRACT**

This paper aims to present a methodological approach focused on the decomposition of electricity demand of Brazilian industrial sector, based on monthly indicators series which begin in 2002. The objective is to evaluate the impact of electricity demand caused by the changes in the disaggregated industrial production index. The intention is to test the hypothesis that this kind of information will add a rich knowledge about the relationship between economic activity and electricity demand and, therefore, help the policy makers on energy planning in Brazil.

Keywords: Electricity consumption, Economic Growth, Energy Planning.

---

1. Instituto de Economia/ UFRJ. Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel):  
E-mail: mathias@ie.ufrj.br

2. Instituto de Economia/ UFRJ. Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel).  
E-mail: nivalde.castro@gmail.com

3. IBRE/FGV-RJ. E-mail: silvio.sales@fgv.br

4. Instituto de Economia/ UFRJ. Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel).  
E-mail: robertobrandao@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A causalidade entre a dinâmica da atividade econômica e o consumo de energia elétrica é um pressuposto básico no planejamento do setor elétrico. No Brasil, e em grande parte do mundo industrializado, observa-se que cerca de metade da energia elétrica é consumida pelo segmento industrial, ficando o restante do consumo repartido entre as famílias, demais atividades de serviços, governo, etc. Há evidências empíricas concretas e consistentes de um efeito pró-cíclico entre a atividade econômica e o consumo de energia elétrica. No caso do setor industrial, o aumento da atividade produtiva provoca um processo de encadeamento que pelo efeito multiplicador aumenta o consumo de bens e serviços. Neste processo dinâmico a ampliação da produção provoca, necessariamente, uma maior demanda de energia elétrica. Em relação ao consumo residencial de energia elétrica, no caso de países emergentes como o Brasil, o efeito-renda provoca o aumento do uso e aquisição de bens de consumo, sobretudo de eletroeletrônicos, com impactos diretos e positivos sobre a demanda por eletricidade.

A relação entre energia e atividade econômica vem sendo estudada há tempos. Tratando-se, no entanto, de uma relação complexa, conforme assinalado por Pinto Jr. (2007: p. 41):

*“a relação entre o consumo de energia e o crescimento econômico é bastante complexa. Esta complexidade torna a tentativa de reduzi-la a uma relação constante e invariável, no tempo e no espaço, bastante simplória em termos explicativos. No entanto, o esforço de esmiuçar essa relação, buscando ampliar o leque de fatores explicativos para o consumo de energia, tem-se demonstrado um empreendimento que apresenta certa estatura”.*

Nesse sentido, todo o trabalho analítico que objetive relacionar a dinâmica da atividade econômica e o consumo de energia elétrica requer uma base consistente de dados estatísticos que permita o escrutínio das relações causais entre as diversas variáveis consideradas no tempo e no espaço. Sendo assim, quanto mais desagregada a base de dados, muito provavelmente mais evidenciadas serão as relações causais. É dentro deste escopo analítico que o presente trabalho se insere, ao propor um avanço metodológico nas estatísticas industriais, criando um índice mensal de produção física cuja ponderação tem como base o consumo de eletricidade.

Nestes termos, o objetivo central do trabalho é apresentar, a partir de um amplo conjunto de dados conjunturais sobre a atividade industrial, produzidos em grande parte pelo IBGE, uma proposta metodológica que permita identificar, em nível mais desagregado possível, os setores da indústria consumidores de eletricidade segundo tipologia

que leve em conta a intensidade do consumo classificados como baixo, médio e alto.

O presente trabalho busca assim apresentar uma abordagem metodológica centrada na decomposição da demanda por eletricidade no setor industrial brasileiro, com base em séries mensais de indicadores a partir do início de 2002, que permita inferir sobre o impacto na demanda de energia elétrica decorrente do comportamento do índice de produção industrial em nível de subsetor. Pretende-se provar a hipótese de que há uma percepção na qual esse tipo de informação irá agregar mais conhecimento sobre a inter-relação entre atividade econômica e demanda por energia elétrica e, desse modo, poder municiar com informações complementares e mais detalhadas os formuladores de política energética do país.

Para atingir estes objetivos analíticos, o trabalho está estruturado em mais três seções, além desta introdução. Na segunda seção é realizada uma revisão bibliográfica de estudos realizados sobre esta temática, seja no âmbito mundial, seja no âmbito de estudos focados na realidade brasileira. A terceira seção dedica-se ao exame da principal estatística oficial sobre o desempenho da indústria no curto prazo e à apresentação da proposta de criação de um novo índice da atividade industrial que utilize a compra de energia elétrica pelas empresas do setor industrial como variável de ponderação dos resultados. Por fim, são apresentadas as principais conclusões que convergem para a assertiva de que essa nova exploração dos índices de produção industrial, num nível mais desagregado e utilizando uma metodologia alternativa, abre perspectivas para um melhor entendimento sobre a relação do ritmo da indústria e a demanda de energia elétrica, questão esta estratégica para o planejamento do setor elétrico.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Na literatura especializada em Economia da Energia há extensa produção acadêmica relacionando o consumo de eletricidade com a atividade econômica. O objetivo dessa seção é apresentar algumas experiências internacionais e do Brasil. A ideia da seção é reiterar a ideia de que, para desenvolver trabalhos empíricos, é necessária uma base de dados sólida, sobretudo aquela relativa ao segmento industrial

### **2.1 Tipologia da Relação Causal entre Crescimento Econômico e Consumo de Energia Elétrica**

Segundo Pinto Jr. (2007), o trabalho de Mason (1955) seria a primeira referência sobre a relação entre energia e crescimento, constatando a existência de uma significativa correlação entre a renda nacional e o consumo de energia per capita, buscando estabelecer estimativas sobre a elasticidade-renda da energia. Após o trabalho de

Mason, outros autores como Mainguy (1967), Darmstadter (1971) estimaram elasticidades-renda da energia .

A partir do final dos anos 1970, foram desenvolvidos trabalhos para identificar a relação causal entre o consumo de energia e a renda. O texto de Kraft e Kraft (1978) é uma das referências seminais em relação ao assunto, que gerou extensa bibliografia empírica, com vários testes de causalidade, apontando para resultados empíricos dos mais variados. Em síntese, pode-se identificar a seguinte tipologia, segundo Chen, Kuo e Chen (2007), para a relação causal entre o consumo de eletricidade e o crescimento econômico podendo ser dividida em quatro tipos, com diferentes implicações para a política de geração de energia elétrica, conforme a seguinte síntese:

i. Causalidade unidirecional que parte do consumo de energia elétrica para o crescimento econômico. Implica que as restrições no uso de eletricidade podem afetar de modo adverso o crescimento econômico, enquanto acréscimos de energia elétrica podem contribuir com o crescimento econômico;

ii. Causalidade unidirecional que parte do crescimento econômico em direção ao consumo de energia elétrica. Ela sugere que a política de controle de consumo de eletricidade pode ser implementada com pouco ou nenhum efeito adverso no crescimento econômico, tal como uma economia pouco dependente de energia.

Além disso, um acréscimo permanente no crescimento econômico pode resultar em aumento permanente no consumo de eletricidade;

iii. Relação causal bidirecional indica que o consumo de eletricidade e o crescimento econômico são determinados conjuntamente e são afetados ao mesmo tempo; que nem políticas de controle, nem de expansão relativas ao consumo de eletricidade têm qualquer efeito no crescimento econômico.

A rigor, pode-se sintetizar o conjunto de modelos a partir da seguinte expressão:

$$\text{Consumo de eletricidade} = \text{Atividade Industrial} + \text{Atividade Serviços} + \text{Consumo Residencial} + \text{Outros}$$

---

O primeiro apontou uma relação de proporcionalidade entre as variações do consumo de energia e na renda nacional, traduzida numa elasticidade muito próxima de 1, para a maioria dos países. Já o último embora admita a relação estreita entre o consumo de energia e o PIB, ela não era próxima de 1. Para esse debate ver Pinto Jr. (2007: p. 29-32).

Sendo o PIB desagregado pela ótica das atividades econômicas (valor adicionado), a principal delas, no que tange ao consumo de eletricidade, a atividade industrial. Assim, sejam:

$$E_t = \alpha + \beta I_t + \gamma C_t + \delta S_t + \varepsilon O_t + u_t \quad (1)$$

Onde:

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  e  $\varepsilon$  = parâmetros

$E_t$  = consumo de eletricidade no período de tempo  $t$

$I_t$  = valor adicionado da atividade industrial no período de tempo  $t$

$C_t$  = valor adicionado da atividade comércio no período de tempo  $t$

$S_t$  = valor adicionado da atividade serviços no período de tempo  $t$

$O_t$  = valor adicionado (outros) no período de tempo  $t$

$u_t$  = erro

Adicionalmente, há trabalhos cuja ênfase é a decomposição da demanda de eletricidade em países específicos. O objetivo geral destes trabalhos é o mesmo: subsidiar o planejamento do setor elétrico na previsão da variável estratégica que é a oferta de energia elétrica. A decomposição da demanda por eletricidade no setor industrial é a mais comum, uma vez que é o setor que mais consome eletricidade na maioria dos países industrializados e emergentes .

## 2.2 A Experiência Internacional

Soytas e Sari (2003) apresentam a causalidade entre consumo de energia e o PNB para o G-7 e para os dez maiores países de mercados emergentes, excluindo a China. Os autores usam técnicas de cointegração e vetores de correção de erros, para analisar o período entre 1950 e 1992. Para sete países há uma relação estacionária linear na relação entre o consumo de energia e o PNB. Na Turquia, França, Alemanha e Japão, a causalidade parte do consumo de energia para o PNB (tipologia 1 de Chen, Kuo e Chen (2007), conforme descrito na seção anterior). No caso da Argentina a causalidade é bidirecional (tipologia 3). Hong Kong e Coréia existe a causalidade partindo do PIB para o consumo de eletricidade, sem existir a causalidade reversa. Na Indonésia, há uma causalidade unidirecional partindo do consumo de eletricidade para o PIB. Para a Índia, Singapura, Taiwan e Tailândia não há causalidade entre o consumo de eletricidade e o PIB.

Com base em uma análise de séries temporais para dezessete países africanos , Wolde-Rufael (2006), analisa a relação entre consumo de eletricidade e o crescimento econômico. Os resultados apontam

que para seis países (Gana, Nigéria, Senegal Zâmbia e Zimbábue) há uma causalidade unidirecional partindo do PIB para o consumo de eletricidade. Para três países (Benin, República Democrática do Congo e Tunísia) a causalidade parte do consumo de eletricidade em direção ao crescimento econômico. A causalidade bidirecional foi observada em três países (Egito, Gabão e Marrocos), implicando uma relação de feedback, ou seja, o crescimento econômico demanda mais eletricidade e mais eletricidade induz ao crescimento econômico. Para os cinco países remanescentes não foi verificada nenhuma causalidade entre o crescimento econômico e o consumo de eletricidade.

Squalli (2007) investiga o consumo de eletricidade e o crescimento econômico nos países da OPEP. Os resultados de causalidade sugerem que o crescimento econômico é fortemente dependente do consumo de eletricidade em cinco países, menos dependente em três países e independente em três países. As particularidades e o estágio de desenvolvimento de cada país explicam a disparidade dos resultados, bem como a incapacidade de se obter uma solução generalizável para todos. Nas palavras de Squalli (2007: p. 1192):

*“Because these countries do not necessarily share similar political and economic traits, no single universal policy implication can be inferred from the results. The disparities across these causality results, therefore, stress the importance of formulating causality explanations while taking into account the particularities of individual countries rather than blindly applying the conventional interpretations”.*

Steenhof (2006) apresenta uma análise de decomposição para entender as mudanças na demanda de energia elétrica resultantes das mudanças nas atividades industriais na China entre 1998 e 2002. O autor utiliza a abordagem de Laspeyres modificada por Park (1992) para obter a decomposição da demanda por eletricidade, levando-o a concluir que:

*“After years of encouraging energy to be used by industry at the expense of other economic sectors, China’s industrial sector now contributes to the majority of energy consumed in the country, and this is especially true in regards to electricity consumption. Therefore, changes in this sector have large implications on the energy sector in its entirety”.* (Steenhof, 2006: p. 383)

Como conclusão da revisão da experiência internacional, apesar da evidente relação entre a atividade econômica e o consumo de eletricidade, a direção da causalidade varia de país a país, segundo suas particularidades e especificidades econômicas, sociais e demográficas, em especial no que se refere ao estágio de desenvolvimento econômico-social e importância relativa do setor industrial.

No caso dos países mais industrializados, a abordagem da decomposição do consumo de eletricidade no setor industrial permite a obtenção de resultados interessantes e mais consistentes que suportam a implementação de políticas energéticas específicas.

### 2.3 A Experiência Brasileira

A partir de uma perspectiva mais geral, Goldemberg e Moreira (2005: p. 215) são taxativos ao afirmar que “é inquestionável que, apesar da eficiência econômica do uso da energia, o país depende de mais energia para poder ambicionar maior crescimento”.

Pires, Gostkorzewicz e Giambiagi (2001) chamam a atenção sobre a capacidade energética como limitador do crescimento econômico. Segundo os autores, entre os períodos 1981-1990 e 1991-2000, enquanto a taxa de expansão da capacidade instalada do sistema sofria uma redução de 4,8% a.a. para 3,3% a.a., respectivamente, a taxa de crescimento do consumo, embora também tivesse sido reduzida, apresentava taxas mais elevadas, passando de 5,9% a.a. para 4,1% a.a. Estes dados indicam que o sistema elétrico brasileiro conviveu com um processo de utilização contínua da “capacidade ociosa” existente, ocasionada por um lado pela redução das taxas de crescimento da economia brasileira ao longo destas duas décadas de crises e, por outro, por projetos de ampliação da capacidade instalada realizados nos períodos anteriores, que anteciparam as necessidades de crescimento da demanda por vários anos.

No entanto, no Setor Elétrico Brasileiro – SEB – verifica-se uma perda de dinamismo dos investimentos na construção de novas usinas hidroelétricas e de linhas de transmissão, conforme assinalado por Castro e Fernandez (2007), derivado da implementação do modelo liberal para estruturação do SEB a partir dos anos de 1990. Esta perda de dinamismo e o abandono do planejamento estatal do SEB, que era da responsabilidade da Eletrobras, resultaram em grave crise de oferta em 2001-2002, levando à adoção de uma política de racionamento de 20% no consumo total de energia elétrica. A política de racionamento provocou uma redução bruta de aproximadamente 2,3% na taxa do PIB, demonstrando assim uma relação causal entre consumo de

---

<sup>3</sup> *China, Índia, Indonésia, Coreia, Hong Kong, Malásia, Filipinas, Singapura, Tailândia e Taiwan.*

<sup>4</sup> *Argélia, Benin, Camarões, República Democrática do Congo, República do Congo, Egito, Gabão, Quênia, Marrocos, Nigéria, Senegal, África do Sul, Sudão, Tunísia, Zâmbia e Zimbábue.*

energia elétrica e PIB unidirecional da tipologia 1 de acordo com a classificação de Chen, Kuo e Chen (2007).

A análise da causalidade entre o consumo de bens e serviços e a demanda de energia elétrica no Brasil após a Crise do Apagão de 2001-2002 ganha maior importância em função de dois fatores. O primeiro está diretamente associado com a implantação de um novo modelo para o SEB a partir de 2003-2004, onde uma das principais alterações foi a recuperação da capacidade de planejamento através da criação da EPE – Empresa de Pesquisa de Energia – vinculada ao MME – Ministério de Minas e Energia. Com a elaboração de estudos de planejamento de médio prazo (10 anos), PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia – e longo prazo (30 anos) PNE – Plano Nacional de Energia –, passa a haver a necessidade de se buscar elementos analíticos quantitativos e qualitativos da relação economia e energia elétrica com o objetivo de respaldar e dar mais consistência às ações de planejamento. Como resultante deste processo, a EPE passa a analisar continuamente esta relação de causalidade incorporando os resultados destes estudos nos planos de expansão do SEB. Um exemplo deste tipo de estudos pode ser encontrado em EPE (2009).

O segundo fator deriva das melhores condições de crescimento e desenvolvimento econômico do Brasil a partir de 2003, quando se verifica uma convergência entre o cenário internacional com forte expansão dos preços das commodities e o cenário interno, com o amadurecimento e a consolidação das reformas macroeconômicas dos anos de 1990: estabilidade da moeda, a melhora gradativa dos indicadores da dívida pública, aumento do emprego e políticas de inclusão social, conforme destacado por Castro e Bueno (2006). Com este novo status de crescimento e desenvolvimento verifica-se, segundo Castro (2008), uma nova trajetória da elasticidade renda da demanda de energia elétrica corroborando a existência desta causalidade que não é constante em razão das transformações econômicas e sociais que a sociedade brasileira passa desde a década de 1990 e, mais acentuadamente, após 2003.

Castro e Ferreira (2004) procuram analisar relação entre o Novo Modelo do Setor Elétrico, implementado no início do governo Lula, e a política econômica de estabilidade monetária característica do período. O objetivo de modicidade tarifária, um dos pilares do novo modelo, é avaliado dentro do contexto de controle inflacionário. Em vista disto, os autores procuram destacar as estratégias adotadas

---

<sup>5</sup>No início de 2001 a taxa de crescimento do PIB foi estimada em 4,2%, mas fechou o ano com expansão de 1,9%.



na época, visando a diminuição das tarifas, principalmente por conta de uma série de fatores, destacando-se três deles: (i) a baixa taxa de crescimento do PIB não ter pressionado a demanda por eletricidade; (ii) a mudança no padrão de consumo da eletricidade provocada pela crise de oferta de 2001-2002, que resultou no deslocamento, para baixo, na curva de demanda do consumo residencial e consumo industrial, alterando, de forma significativa, e ainda não equacionada, a elasticidade-renda da demanda por eletricidade; e (iii) derivada destes fatores anteriores, uma oferta de eletricidade acima da demanda, provocando capacidade ociosa em torno dos 10 %.

Em outro trabalho, Castro e Rosental (2008) analisam as mudanças na elasticidade-renda da demanda de energia elétrica, como resultado das projeções de crescimento para o ano de 2007 e os resultados do consumo de energia elétrica para o mesmo momento. Em primeiro lugar, os autores apontam para a existência de uma relação de causalidade direta entre PIB (variável determinante) e demanda de energia elétrica (variável determinada) e as necessidades que o crescimento econômico impõe em relação à ampliação da capacidade instalada. Em seguida, ao tratar especificamente da elasticidade da demanda de energia, destacam que a diminuição da medida de sensibilidade deriva, basicamente, do uso mais racional e eficiente de energia pelos consumidores industriais e também pelos residenciais por conta da compra de bens de produção e consumo duráveis mais eficientes. Ainda destacam os impactos do efeito preço, relacionado à evolução tarifária, cuja trajetória ascendente também contribuiu para uma redução na demanda por energia elétrica.

Convém ressaltar que no Brasil há duas fontes de dados estatísticos sobre eletricidade. Para a carga a fonte é o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que disponibiliza em seu site dados com frequência mensal e desagregação por subsistema (Boletim de Carga); e para o consumo a fonte é a EPE (Empresa de Pesquisas Energéticas) que também disponibiliza dados em seu site (Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica) com frequência mensal e desagregação por região geográfica e por classe de consumidor (Industrial, Residencial Comercial e Outros). O consumo é medido junto às unidades consumidoras enquanto a carga é medida nas usinas. Assim, a carga é igual ao consumo somado às perdas no sistema elétrico (transmissão e distribuição) e às perdas comerciais (furto de energia e erros de medição). Nesse sentido, a busca por indicadores adicionais para a análise do setor elétrico brasileiro é desejável, para fins de planejamento e tomada de decisão. Nesse sentido, a próxima seção se destina a apresentar uma proposta de análise de consumo de eletricidade centrada na atividade industrial, responsável por cerca de 50% do consumo do

país.

### **3. O SEGMENTO INDUSTRIAL E CONSUMO DE ELETRICIDADE NO BRASIL**

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) produz um amplo conjunto de estatísticas sócio-econômicas. As de interesse efetivo e específico para este trabalho são as que integram o Sistema de Contas Nacionais (PIB), com destaque para as do setor industrial.

#### **3.1 Uma decomposição do consumo de eletricidade no setor industrial brasileiro**

As séries de índices mensais da produção industrial produzidos pelo IBGE há mais de 40 anos, são um dos principais componentes do PIB trimestral. Ainda que a Indústria venha perdendo participação no PIB em relação ao setor de serviços, a evolução cíclica da economia mantém uma forte correlação com o ritmo da produção industrial. Nesse sentido, pode-se agregar as informações mensais sobre produção industrial que estão contidas na base do IBGE buscando, nessa alternativa, medir seu impacto sobre o uso e/ou a demanda de energia elétrica.

A mensuração da atividade produtiva industrial é feita com base em índices de quantum que, a partir da evolução mensal da produção física de cerca de 700 produtos industriais, gera indicadores que são proxy da evolução mensal do valor adicionado pelo setor. Desse modo, a variável que é levada em conta no sistema de ponderação de cada uma das 700 séries reflete a importância de cada item no valor adicionado (VA). A proposta de desenvolver uma metodologia para a construção de novos indicadores, complementares àqueles que medem a evolução da atividade industrial na forma clássica, tem como justificativa a importância de se dispor de um índice da atividade fabril que, potencialmente, reflita de modo mais aproximado os impactos sobre a demanda de energia decorrentes da dinâmica da produção física das fábricas. Assim, o ponto central desse novo índice é utilizar o consumo de energia elétrica como variável de ponderação de cada segmento/produto industrial no cálculo de indicadores agregados, buscando com essa medida captar de modo mais direto os efeitos do ritmo da produção física industrial sobre o consumo de energia elétrica.

Atualmente, o IBGE elabora um índice derivado dos dados básicos da PIM-PF sob a ótica da intensidade do gasto com energia elétrica em cada segmento. Esse índice agrega as informações sob três aberturas:

- i. Setores de alta intensidade energética;
- ii. Setores de média intensidade energética; e
- iii. Setores de baixa intensidade energética.

Segundo a nota técnica que descreve o método de construção desses indicadores: “tendo em vista que a média da indústria brasileira, para os anos de 1998 a 2000, assinalava coeficiente de gasto com eletricidade por setor (definido pela razão valor da compra de energia elétrica / valor da transformação industrial) de 3,5%, foram classificados como de intensidade alta todos os produtos associados aos setores industriais cujo coeficiente se situa acima de 3,9%”. Os produtos dos setores com coeficiente entre 3,9% e 2,0% foram classificados como de intensidade média. Por fim, os produtos associados aos setores industriais com coeficiente menor que 2,0% foram definidos como de intensidade baixa .

Sem dúvida, essas séries aumentam a possibilidade de análise sobre a relação entre atividade industrial e demanda de energia elétrica. No entanto, têm como referência informações estruturais para a média do triênio 1998-2000, certamente defasadas em relação à realidade mais recente do setor de energia elétrica.

Nesse contexto, a proposta de um novo indicador busca ampliar o conjunto de informações de curto prazo disponíveis acerca da inter-relação produção industrial/demanda de energia elétrica, tema essencial para o planejamento das empresas e do governo.

### **3.2 Uma proposta metodológica**

Entre os vários aspectos abordados na Pesquisa Industrial Anual (PIA), que realiza o levantamento mais completo sobre as características estruturais do setor industrial e sua evolução no tempo, há uma variável coletada sistematicamente que diz respeito à compra de energia elétrica utilizada no processo produtivo.

Excepcionalmente, a PIA investigou de modo pontual para os anos de 2006, 2008 e 2010 quesitos especiais sobre os gastos com as compras de energia elétrica relativas a outros insumos energéticos. As empresas informaram sobre o valor das compras de gás natural; combustíveis líquidos; lenha, carvão vegetal e outras biomassas; e outros combustíveis.

---

<sup>9</sup> Há que levar em conta que o ONS só mede a carga no Sistema Interligado Nacional o que equivale a dizer que os dados não contemplam os Sistemas Isolados da Amazônia, ao contrário dos dados de consumo da EPE que contemplam tanto o Sistema Interligado como os Sistemas Isolados.

A utilização dessa base de informações se constitui no marco de referência para a construção de um sistema de ponderação que buscará refletir não mais a importância de cada segmento no valor adicionado da indústria, mas sim a importância na compra de insumos energéticos, com destaque para a energia elétrica .

Devido às especificidades técnicas do processo de produção, a intensidade do uso de energia elétrica em cada setor é bem diferenciada entre os ramos industriais. Além disso, o uso deste insumo energético não guarda necessariamente uma relação direta com a geração de valor adicionado, proxy do PIB. A esse respeito, a Tabela 1 apresenta o perfil setorial do valor de transformação industrial e do valor da compra de energia elétrica. É possível verificar nos números diferenças marcantes entre a importância relativa de cada variável para, por exemplo, segmentos como Siderurgia e Refino do Petróleo. Significa assinalar que, nesses setores, para um determinado ritmo de atividade na produção física das firmas, haverá impactos distintos na geração de valor adicionado (entenda-se, para o PIB) e na demanda por energia elétrica.

---

<sup>8</sup> Os resultados desses indicadores são divulgados mensalmente em simultâneo à divulgação da série dos índices originais da pesquisa, no endereço [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimfbrenergia\\_nova/defaultenergia.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimfbrenergia_nova/defaultenergia.shtm).

<sup>9</sup> A Pesquisa Industrial Anual levanta informações sobre o setor a partir de uma amostra de cerca de 53.000 empresas, gerando estimativas para um universo de cerca de 400.000 empresas industriais em operação no país. A amostra, obtida por amostragem estratificada simples, tem por objetivo estimar os totais das informações econômicas de interesse, controladas para determinados subconjuntos da população para os quais se deseja detalhar tais estimativas. A amostra é composta por dois estratos: empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas e/ou que auferiram receita bruta proveniente das vendas de produtos e serviços industriais superiores a R\$ 8,8 milhões no ano anterior ao de referência da pesquisa integram o estrato certo; na amostra são cerca de 37.000. O segundo estrato, estrato amostrado, é composto por empresas com menos de 30 pessoas ocupadas, sendo totalizando 16.000 na amostra. A PIA é a pesquisa estrutural central do subsistema de estatísticas da Indústria, gerando informações em âmbito nacional e para todas as Unidades da Federação.

Tabela 1 - Estrutura do valor da compra de energia elétrica e do valor da transformação das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas – Brasil, 2006 – R\$ mil.

Seções e Divisões de Atividade	Compra de energia elétrica	Valor da Transformação Industrial
Indústria Geral	23.857.507	560.809.189
Indústria extrativa	958.715	22.238.058
Indústria de transformação	22.898.792	538.571.131
Alimentos	3.141.265	73.683.549
Bebidas	390.019	16.013.018
Fumo	61.304	3.974.556
Têxtil	1.262.002	11.084.090
Vestuário e acessórios	286.110	9.552.490
Calçados e artigos de couro	356.069	9.104.093
Madeira	547.858	7.459.296
Celulose, papel e produtos de papel	1.197.076	19.494.106
Edição, impressão e reprodução de gravações	317.639	16.974.455
Refino de petróleo e álcool	927.446	91.528.102
Farmacêutica	160.865	15.080.877
Perfumaria, sabões, detergentes e produtos de limpeza	145.426	6.016.063
Outros produtos químicos	2.251.217	32.760.833
Borracha e plástico	1.524.766	18.661.723
Minerais não metálicos	1.727.888	18.557.511
Metalurgia básica	4.578.327	43.107.318
Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	813.707	19.534.052
Máquinas e equipamentos	649.290	30.080.186
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	36.344	3.094.073
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	415.807	12.373.100
Material eletrônico, aparelhos e equipamentos de comunicações	203.926	11.688.156
Equipos, de instrumentação médico-hospitalar, ópticos e outros	85.443	4.457.596
Veículos automotores	1.185.956	44.070.052
Outros equipamentos de transporte	193.767	10.443.037
Mobiliário	258.853	5.690.002
Diversos	110.967	3.375.990
Reciclagem	69.457	712.806

Fonte: IBGE, Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2006.

Com base nos dados da Tabela 1 foi elaborada a Tabela 2 que apresenta a participação percentual de cada setor na variável compra de energia elétrica, no Valor da Transformação Industrial (VTI), bem como, na última coluna, a diferença entre a participação de cada setor medido de acordo com as duas metodologias. Isso demonstra como há diferença na composição dos indicadores, corroborando assim o argumento a favor da metodologia de construir um índice de atividade tendo como proxy o gasto com energia elétrica.

Tabela 2 - Estrutura do valor da compra de energia elétrica e do valor da transformação das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas – Brasil, 2006, em %.

Seções e Divisões de Atividade	Compra de energia elétrica (A)	Valor da Transformação Industrial (B)	B-A em p.p.
Indústria Geral	100.00	100.00	0.00
Indústria extrativa	4.02	3.97	-0.05
Indústria de transformação	95.98	96.03	0.05
Alimentos	13.17	13.14	-0.03
Bebidas	1.63	2.86	1.22
Fumo	0.26	0.71	0.45
Têxtil	5.29	1.98	-3.31
Vestuário e acessórios	1.20	1.70	0.50
Calçados e artigos de couro	1.49	1.62	0.13
Madeira	2.30	1.33	-0.97
Celulose, papel e produtos de papel	5.02	3.48	-1.54
Edição, impressão e reprodução de gravações	1.33	3.03	1.70
Refino de petróleo e álcool	3.89	16.32	12.43
Farmacêutica	0.67	2.69	2.01
Perfumaria, sabões, detergentes e produtos de limpeza	0.61	1.07	0.46
Outros produtos químicos	9.44	5.84	-3.59
Borracha e plastic	6.39	3.33	-3.06
Minerais não metálicos	7.24	3.31	-3.93
Metalurgia básica	19.19	7.69	-11.50
Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	3.41	3.48	0.07
Máquinas e equipamentos	2.72	5.36	2.64
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0.15	0.55	0.40
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1.74	2.21	0.46
Material eletrônico, aparelhos e equipamentos de comunicações	0.85	2.08	1.23
Equipamentos de instrumentação médico-hospitalar, ópticos e outros	0.36	0.79	0.44
Veículos automotores	4.97	7.86	2.89
Outros equipamentos de transporte	0.81	1.86	1.05
Mobiliário	1.08	1.01	-0.07

Fonte: IBGE Industrial Anual – Empresa 2006.

<sup>10</sup> Corresponde à diferença entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e o custo das operações industriais (COI), calculados ao nível das unidades locais produtivas industriais, conforme os procedimentos descritos nos itens específicos. O VBPI corresponde ao conceito de valor das expedições industriais, a saber, o valor das vendas de produtos fabricados e serviços industriais prestados pela unidade local, acrescido do valor das transferências dos produtos fabricados para venda em outras unidades locais. O COI corresponde à soma dos custos diretamente envolvidos na produção na unidade local produtiva industrial, incorridos no ano, à exceção dos salários e encargos, sendo obtido pela soma das seguintes variáveis: consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; compra de energia elétrica; consumo de combustíveis, consumo de peças e acessórios para manutenção e reparação de máquinas e equipamentos, serviços industriais e de manutenção e reparação de máquinas e equipamentos ligados à produção prestados por terceiros (IBGE, 2004).

Da análise da Tabela 2 destacam-se duas atividades, “Refino de petróleo e álcool” (+12,43) e “Metalurgia Básica” (-11,50). No caso da primeira atividade, a peso ponderado pelo VTI é de 16,42% e cai para 3,89% quando ponderado pela compra de energia elétrica. Já a “Metalurgia Básica” apresenta movimento contrário, com peso crescente 19,19% quando ponderado pela compra de energia elétrica e 7,69% quando ponderado pelo VTI. Portanto, não há um comportamento único e tais discrepâncias podem ser úteis no uso de estatísticas que reflitam a importância dos diferentes ramos industriais no consumo de energia elétrica.

É importante destacar que recortes especiais sobre as informações da PIA, para 2006, 2008 e 2010, mais detalhados utilizados na Tabela 1 e 2, permitirão elaborar metodologia de cálculo de novos índices de produção física, construídos agora sob uma nova tipologia, que irá refletir a importância dos diferentes ramos industriais no consumo de energia elétrica. A metodologia a ser desenvolvida buscará, então, elaborar um índice da produção industrial com um sistema de ponderação baseado na variável valor da compra de energia elétrica, tomando como ponto de partida as séries mensais de 76 subsetores e usando a mesma fórmula de cálculo do índice oficial do IBGE. O Gráfico 1 apresenta, em caráter preliminar, alguns resultados do crescimento anual da produção industrial quando considerados os dados da PIM-PF (VTI) e PIM-EE (compra de energia elétrica):

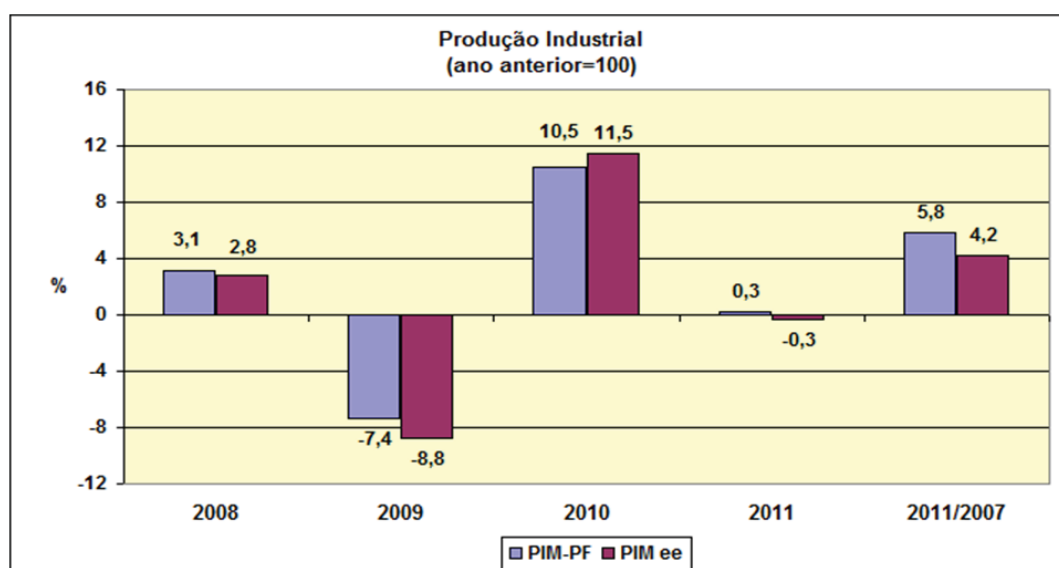


Gráfico 1 - Comparação entre o crescimento da produção industrial: PIM-PF e PIM-EE.

O gráfico acima, construído a título de ilustração a partir dos dados da Tabela 2, apresenta uma comparação entre o crescimento da produção industrial segundo a taxa oficial do IBGE e aquele obtido pela agregação das informações de 27 segmentos industriais, ponderados pela variável compra de energia elétrica. É um exemplo bastante preliminar, uma vez que a metodologia a ser desenvolvida será aplicada às séries de 76 segmentos industriais. Ainda assim, revela diferenças relevantes especialmente em relação aos efeitos da entrada e saída da crise de 2008-2009. O resultado para o período 2007/2011 aponta um crescimento maior da produção industrial quando utilizado o indicador da PIM-PIF (5,8% contra 4,2%). Quando se olha o ano da recuperação, 2010, o resultado é mais favorável para o indicador PIM-EE (11,5% contra 10,5%), já no ano de grande desaceleração, 2009, o indicador é mais positivo para o PIM-PF (-7,4% contra -8,8% do PIM-EE). O resultado preliminar sugere uma diferença entre os citados indicadores quando o período é de forte crescimento econômico (ano de 2010) e de forte desaceleração (ano de 2009). Nesse sentido, futuros esforços devem se destinar a análise de sensibilidade dos indicadores supracitados.

#### **4. CONCLUSÃO**

O trabalho destaca a importância para o planejamento energético do tema referente aos efeitos do ciclo de atividade econômica sobre o consumo de energia elétrica. Nesse sentido, traz exemplos de abordagens acadêmicas tanto no plano interno como no plano internacional, e revela o papel da dinâmica da produção industrial, quer pela sua importância como consumidor de energia, quer pela sua relevância na evolução do ciclo econômico, para o entendimento entre movimento da economia e demanda por energia elétrica.

Nesse contexto, propõe-se o desenvolvimento de um novo índice mensal da produção industrial, metodologicamente alinhado ao índice oficial produzido pelo IBGE, com objetivo de apresentar uma mensuração mais aproximada dos impactos do ritmo de produção das fábricas sobre a demanda/consumo de energia elétrica. Desta forma, pretende contribuir para a ampliação do conjunto de informações disponíveis para um melhor planejamento das ações tanto por parte dos gestores do Sistema Elétrico Brasileiro, quanto pelas empresas distribuidoras e consumidoras desse insumo.

Como desdobramentos, é possível assinalar que esse novo indicador poderá contribuir para aumentar a visibilidade das informações industriais já disponíveis sobre o tema energia elétrica, principalmente as produzidas pelo IBGE. Outro possível desdobramento seria a abertura regional desse indicador, o que ampliaria ainda mais sua utilização para o planejamento das empresas envolvidas na geração e distribui-



ção de energia elétrica.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, N. J. Nova tendência para a Elasticidade-Renda da Demanda de Energia Elétrica no Brasil. IFE – Informativo Eletrônico do Setor Elétrico – n. 2.215, Rio de Janeiro, 3 de março de 2008. Disponível em <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/arquivos/ifes/IFE2215.htm> Acessado em 20-05-2012

CASTRO, N. J.; FERREIRA, V. A. C. A Energia velha e o novo modelo, IFE: Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, Rio de Janeiro, n. 1.350, 20 maio 2004 Disponível em <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/arquivos/ifes/IFE1350.htm> Acessado em 27-05-2012.

CASTRO, N. J.; BUENO, Daniel. Distribuição de renda e o consumo de energia elétrica das classes sociais menos favorecidas. IFE Informativo Eletrônico do Setor Elétrico Rio de Janeiro, n. 1.946, 11 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/arquivos/ifes/IFE1946.htm> Acessado em 10-05-2012.

CASTRO, N. J.; FERNANDEZ, P. C. A Reestruturação do setor elétrico brasileiro: Passado, presente e tendências futuras. XIX SINPTEE – Seminário Nacional de Produção de Transmissão de Energia Elétrica. Rio de Janeiro, 14-17 de outubro de 2007.

CASTRO, N. J.; ROSENTAL, R. Nova tendência para a elasticidade-renda da demanda de energia elétrica no Brasil. IFE – Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, Rio de Janeiro, n. 2.215, março de 2008. Disponível em <http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/arquivos/ifes/IFE2215.htm> Acessado em 25-04-2012.

CHEN, S. T.; KUO, H.; CHEN, C. The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries. *Energy Policy*, 35, 2007, p. 2611–2621.

DARMSTADTER, J. *Energy in the World Economy: a Statistical Review of Trends in Output, Trade and Consumption since 1825*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1971.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos*. Brasília: EPE, 2009. (Estudos de Energia, Nota Técnica DEA 15/09).

GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política Energética no Brasil. *Estudos Avançados*, 19 (55), 2005, p. 215-228.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Série Relatórios Metodológicos, volume 26, Pesquisa Industrial Anual – Empresa*. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Industrial Anual – Empresa. Rio de Janeiro, v. 25, n.1, p.1-276, 2006.

KRAFT, J.; KRAFT, A. On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development*, 3, 1978, p. 401–403.

MAINGUY, Y. *L'Économie de l'Énergie*. Paris: Coll. Finances et Économie, Dunod, 1967.

MASON, E. S. *Energy Requirements and Economic Growth*. Washington, D.C. National Planning Association, August, 1955.

PINTO JR, H. Q. (org.). *Economia da Energia. Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PIRES, J. C. L.; GOSTKORZEWICZ, J.; GIAMBIAGI, F. *O Cenário Macroeconômico e as Condições de Oferta de Energia Elétrica no Brasil*. Rio de Janeiro, BNDES, Textos para Discussão, n. 85, março de 2001.

SOYTAS, U.; SARI, R. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. *Energy Economics*, 25, 2003, p. 33-37.

SQUALLI, J. Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members. *Energy Economics*, Volume 29, Issue 6, November 2007, p. 1131-1262.

STEENHOF, P. A. Decomposition of electricity demand in China's industrial sector. *Energy Economics*, 28, 2006, p. 370-384.

WOLDE-RUFAEL, Y., 2006. Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34, 2006, p. 1106–1114.



