

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO RURAL – PADR**

CARLOS ALEXANDRE XAVIER

**RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO NO NORDESTE BRASILEIRO**

**RECIFE
2013**

CARLOS ALEXANDRE XAVIER

**RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre na linha de pesquisa de Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof. PhD. José Ferreira Irmão
Co-orientador: Prof. Dr. Andre de Souza Melo

**RECIFE
2013**

CARLOS ALEXANDRE XAVIER

**RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre na linha de pesquisa de Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Recife, ____/____/____.

Prof. PhD. José Ferreira Irmão – UFRPE
Orientador.

Prof. Ph.D. José Roberto Azevedo - UFPE
Membro Externo

Prof. Dr. André de Souza Melo - UFRPE
Membro Interno

Prof. PhD. Host Dieter Möller – UFRPE
Membro Interno

Profa. PhD Ana Paula Amazonas – UFRPE
(Suplente)

RESUMO

Este trabalho de pesquisa faz uma análise da relação entre a força de trabalho, o consumo de energia elétrica, e crescimento econômico (usando a produção física industrial por tipo de índice e seções e atividades industriais em dados reais), revisando modelos teóricos e aplicando suas previsões para estudo da região Nordeste do Brasil, no período de 1991 a 2012. Os dados foram obtidos nos sítios oficiais em planilhas de séries temporais. Utilizou-se referencial teórico baseado em evidências observadas através de estudos realizados por vários pesquisadores, mostrados na revisão da literatura feita no capítulo 3. A partir dos dados, os gráficos montados foram analisados para efeitos comparativos, que evidenciou haver previsibilidade dos testes feitos. Como método de análise, foram utilizados os testes estatísticos de Raiz Unitária, Co-integração de Johansen e Juselius (1990), e de casualidade de Engle-Granger (1987), aplicados às séries temporais de dados coletados nas fontes oficiais de estatísticas brasileiras. Observou-se que as séries temporais não são estacionárias na origem, mas para a 1ª diferença as séries se comportaram como estacionária desde a origem. O teste de Johanson e Juselius (1990) mostrou que existe co-integração entre consumo de energia e crescimento econômico. O teste de casualidade de Engle-Granger (1987) concluiu por haver causalidade entre o crescimento econômico e o consumo de energia elétrica na janela de tempo analisada. A pesquisa evidencia existir relação unilateral entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico, confirmando resultados de modelos utilizados. Os resultados dessa pesquisa poderão fornecer elementos para estudos posteriores que venham a ser realizados sobre o tema ao nível da economia Brasileira.

Palavras-chave: Região Nordeste, teste de Engle-Granger, teste de Johanson e Juselius

ABSTRACT

This research analyzes the relationship between the labor force, the electricity consumption and economic growth (using the physical industrial production by type and index sections and industrial activities on real data), reviewing theoretical models and applying their forecasts for the study of Northeast Brazil, from 1991 to 2012. The data were obtained from official websites in time series spreadsheets. We used theoretical framework based on evidence observed through studies conducted by various researchers, shown in the literature review in chapter 3. From the data, the assembled graphs were analyzed for comparative purposes, we have demonstrated predictability of tests. As a method of analysis, statistical tests Unit Root, Co-integration of Johansen and Juselius (1990), and Engle-Granger causality (1987), applied to temporal data collected in the Brazilian official sources of statistics series were used. It was observed that the time series are not stationary at the origin, but the difference for the 1st series behave as stationary from the origin. The test of Johanson and Juselius (1990) showed that there is cointegration between energy consumption and economic growth. The test of causality Engle-Granger (1987) concluded because there causality between economic growth and electricity consumption in the time window analyzed. The research shows there is unilateral relationship between electricity consumption and economic growth, confirming results of models used. The results of this research may provide elements for further studies that may be conducted on the subject within the Brazilian economy.

Keywords: Northeast, Engle-Granger test, test of Johanson and Juselius

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa do Semiárido do Nordeste brasileiro | 12 |
| Figura 2 – Gráfico do Consumo de energia <i>per capita</i> | 17 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – PIB corrente a preços de mercado Nordeste | 22 |
| Gráfico 2 – PIB per capita a preços correntes Nordeste | 23 |
| Gráfico 3 – Produção de gás natural por ano no Nordeste | 23 |
| Gráfico 4 – Produção de petróleo no Nordeste | 24 |
| Gráfico 5 – Produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais. | 27 |
| Gráfico 6 – Força de trabalho ocupada no Nordeste..... | 30 |
| Gráfico 7 – Consumo de energia elétrica do Nordeste em GWh..... | 33 |
| Gráfico 8 – Recuperação do Consumo de Energia Elétrica nas Regiões Brasileiras | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Consumo de energia elétrica no Brasil e previsão até 2019 em GWh | 20 |
| Tabela 2 – Expansão hidrotérmica licitada e em construção de 2010 a 2013 | 21 |
| Tabela 3 – Sobretaxa da energia elétrica..... | 40 |
| Tabela 4 – Países Latino-americanos – Tarifa Média Industrial..... | 42 |
| Tabela 5 – BRICS - Tarifa média Industrial..... | 42 |
| Tabela 6 – Carga de energia, consumo e perdas totais nas regiões e sistemas isolados..... | 46 |
| Tabela 7 – Consumo total por classe e no Brasil (GWh)..... | 47 |
| Tabela 8 – Consumo total por região geográfica (GWh) | 47 |
| Tabela 9 – Geração elétrica por região geográfica no Brasil (GWh)..... | 48 |
| Tabela 10 – Evolução da Potência Instalada no SIN (MW) - 31/dez/2010..... | 49 |
| Tabela 11 – Evolução da Potência Instalada no Nordeste (MW) - 31/dez/2010 | 50 |
| Tabela 12 – Teste para Raiz Unitária para o consumo de energia elétrica | 65 |
| Tabela 13 – Teste para Raiz Unitária para o consumo de energia elétrica | 65 |
| Tabela 14 – Teste para Raiz Unitária para a produção industrial do Nordeste | 66 |
| Tabela 15 – Teste para Raiz Unitária para primeira diferença para a produção física industrial para o Nordeste | 66 |
| Tabela 16 – Teste de Traço e de Máximo Autovalor para as duas séries temporais .. | 67 |
| Tabela 17 – Teste de Granger para consumo de energia e produção física do Nordeste..... | 68 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------------|---|
| AMAUPE | Associação Municipalista de Pernambuco |
| ANEEL | Agencia Nacional de Energia Elétrica |
| BACEN | Banco Central do Brasil |
| BEN | Balanço Energético Nacional |
| BDE | Base de Dados do Estado |
| CAGED | Cadastro Geral de Empregados e Desempregados |
| CODEPE | Companhia de Desenvolvimento da Pesca |
| COFINS | Contribuição para Financiamento da Seguridade Social |
| CNAEE | Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica |
| DERES | Delegado Regional de Educação |
| DIRES | Diretoria Regional de Saúde |
| Eletrobrás | Centrais Elétricas Brasileiras |
| EPE | Empresa de Pesquisa Elétrica |
| FMI | Fundo Monetário Internacional |
| GWh | Giga Watt hora |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IEA | Internation Energy Agency |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| IGP-DI | Índice geral de Preços – Disposição Interna |
| LGN | Líquido de Gás Natural |
| MCE | mecanismo de correção de erros |
| MME | Ministério das Minas e Energia |
| MTE | Ministério do Trabalho e Emprego |
| MW | Mega Watt |
| MWh | Mega Watt hora |
| MWh/t | Mega Watt hora por tempo |
| OCDE | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| OECD | Organisation of Economic Co-operation and Development |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PDE | Plano Decenal de Expansão de Energia |
| PPP | Parcerias Público Privada |
| PPA | Plano Plurianual Estadual |

| | |
|-----|--|
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PCT | Pequenas Centrais Termelétricas |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PIS | Programa de Integração Nacional |
| RDs | Regiões de Desenvolvimento |
| SEM | Sistema Elétrico Nacional |
| SIN | Sistema Interligado Nacional |
| UHE | Unidade Hidrelétrica |
| UTE | Unidade Termoelétrica |
| VAR | modelo vetorial autorregressivo de correção de erros |
| VEC | Vetorial de Correção de Erros |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 | Breve histórico | 13 |
| 1.2 | Caracterização do consumo de energia elétrica no Nordeste | 15 |
| 1.2.1 | Hipótese | 15 |
| 1.2.2 | Problema de pesquisa | 16 |
| 1.2.3 | Objetivos..... | 16 |
| 1.2.4 | Geral..... | 16 |
| 1.2.5 | Objetivos específicos..... | 16 |
| 1.2.6 | Justificativa | 16 |
| 2 | SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS DO SETOR ENERGÉTICO..... | 18 |
| 2.1 | Referencias do Nordeste | 18 |
| 2.2 | Produção Física Industrial por índice, seções e atividades industriais | 25 |
| 2.3 | Força de Trabalho | 28 |
| 2.4 | Consumo de energia elétrica | 31 |
| 2.5 | O consumo de energia elétrica em itens | 34 |
| 2.5.1 | Racionamento de energia elétrica no nordeste | 36 |
| 2.5.2 | Racionamento de 1987 a 1988..... | 37 |
| 2.5.3 | Flexibilização da geração da energia elétrica..... | 37 |
| 2.5.4 | A gestão pública do setor energético..... | 38 |
| 2.5.5 | Crise de racionamento de energia elétrica de 2001 | 39 |
| 2.5.6 | Efeitos do racionamento de energia elétrica nas regiões do Brasil | 40 |
| 2.5.7 | As influencias externas no período de racionamento | 41 |
| 2.5.8 | A distribuição e interligação dos sistemas geradores de energia elétrica..... | 43 |
| 2.5.9 | As perdas de energia elétrica | 43 |
| 2.6 | Evidencias empíricas preliminares | 46 |
| 2.7 | Previsão de consumo de energia elétrica..... | 49 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 51 |
| 3.1 | Contribuições teóricas sobre o tema | 51 |
| 3.2 | Fundamentos Teórico-metodológicos..... | 54 |
| 3.2.1 | Materiais e métodos | 54 |
| 3.2.2 | Séries temporais..... | 55 |
| 3.2.3 | Séries temporais estocásticas | 56 |
| 3.2.4 | Séries temporais estocásticas estacionárias | 56 |

| | | |
|----------|--|--------------------------------------|
| 3.3 | Teste de Raiz Unitária | 57 |
| 3.3.1 | Cointegração | 59 |
| 3.3.2 | Causalidade de Granger..... | 60 |
| 4 | METODOLOGIA EMPÍRICA | 62 |
| 4.1 | Fontes de Dados Utilizados..... | 62 |
| 4.1.1 | Metodologia dos dados das séries temporais..... | 63 |
| 4.2 | Modelos econométricos..... | 63 |
| 4.2.1 | Teste de Raiz Unitária | Erro! Indicador não definido. |
| 4.2.2 | Teste de JOHANSEN E JUSELIUS (1990) DE CO-INTEGRAÇÃO | 63 |
| 4.3 | Teste de Engle-Granger | 64 |
| 4.3.1 | Modelo econométrico | 64 |
| 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS..... | 65 |
| 5.1 | Cálculo de Raiz Unitário para o consumo de energia elétrica | 65 |
| 5.2 | Cálculo de Raiz Unitário para a produção física industrial do Nordeste | 66 |
| 5.2.1 | Cálculo de Co-integração de Johansen e Juselius (1990) e entre: o consumo de energia elétrica total e a produção física industrial do Nordeste | 67 |
| 5.2.2 | Cálculo de causalidade entre: o consumo de energia elétrica, e a produção física da região Nordeste utilizando o modelo Engle-Granger..... | 67 |
| 6 | CONCLUSÕES | 69 |
| | REFERÊNCIAS..... | 71 |
| | ANEXO A - PIBS DO NORDESTE (PREÇOS CORRENTES E PER CAPTA - 1995 A 2011) | 76 |
| | ANEXO B - PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL E PETRÓLEO DA REGIÃO NORDESTE. | 77 |
| | ANEXO C - PRODUÇÃO FÍSICA INDUSTRIAL, POR TIPO DE ÍNDICE E SEÇÕES E ATIVIDADES INDUSTRIAIS. | 78 |
| | ANEXO D - FORÇA DE TRABALHO | 84 |
| | ANEXO E - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO NORDESTE | 89 |

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste ocupa uma área do território brasileiro de 1.554.257,0 km², integrados por nove estados: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Maranhão; totalizando 1.794 municípios (IBGE¹ 2004).

Há muito que o Nordeste é analisado como cancha de desenvolvimento tardio. Fortes fatores influenciam para esta concepção e os motivos vão desde: políticos (das capitânicas hereditárias – ao golpe militar de 1964), as incertezas do clima semiárido, que ocupa uma área de 62% de seu território, e a parca tecnologia ligada à escassez de recursos financeiros.

O Nordeste tem uma área muito extensa de região com clima semiárido (figura 1), que atinge oito estados nordestinos, excetuando o Maranhão.

Figura 1 – Mapa do Semiárido do Nordeste brasileiro



Fonte: IBGE

¹ IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Mesmo com estas vicissitudes, há um entendimento comum para o crescimento econômico pelos institutos de pesquisas (IBGE, IPEA², EPE³), que apontam o Nordeste como a região que se desenvolve, dentre as cinco regiões do Brasil. Com clima diferenciado e poucas chuvas, a realidade do semiárido é de uma área de 969.589,4 km², e pouco investimento governamental (IBGE,2004).

O êxodo da população nordestina para outras regiões do Brasil já foi tema de muitas discussões. Hoje se mostra como uma região de intensa maturação ao crescimento econômico; e esta condição vem sendo revertida, com importações de mãos de obras de outros estados, devido à melhoria de condição de vida e oferta de emprego.

1.1 Breve histórico

O fornecimento de energia elétrica na região Nordeste é basicamente de hidrelétricas, que represam as águas do rio São Francisco, num total de 12.225 MWh (Eletrobrás⁴,2004). Esta percepção teve início com Coronel Delmiro Gouveia em 1913, com a construção de uma usina hidrelétrica junto à cachoeira de Paulo Afonso, aproveitando 40 metros de desnível das corredeiras das águas, para fornecer energia elétrica à fábrica de linhas de costura – *Estrella* - que inaugurou no ano seguinte, em Pedra (estado de Alagoas).

O Coronel sabia da importância da energia elétrica para o crescimento econômico, e em 26 de janeiro de 1913, Pedra (hoje – Delmiro Gouveia) ergueu a primeira usina hidrelétrica da cachoeira de Paulo Afonso. A hidrelétrica de Angiquinho continha três turbinas, com tensão de 3.000 volts, sendo a primeira de 175 kVA, a segunda de 450 kVA e, a terceira com 625 kVA (NASCIMENTO,1998).

Destes remotos tempos, já havia a concepção de que a energia elétrica puxa o crescimento econômico; ou melhor – sem a energia elétrica – como movimentar as máquinas para produzir os bens rivais. No ano de 1921, o Governo de Epitácio Pessoa realizou levantamento topográfico da cachoeira de Paulo Afonso. Em 1949, no Governo Vargas, iniciou a construção da usina de Paulo Afonso I, só inaugurada em 1954, com duas turbinas de 60.000 kW.

² IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

³ Empresa de Pesquisa Energética

⁴ Centrais Elétricas Brasileiras S/A

Desde aquela época a oferta não atingia a demanda de energia elétrica, que era de 202.572.710 KWh. Nos anos seguintes edificou-se a usina de Paulo Afonso II (1963 a 1968), Paulo Afonso III (1969 a 1971), e Paulo Afonso IV em 1979. Este complexo produz 4.280 GWh; e mesmo para estes anos não atenderam a demanda do consumo de energia para a região, sendo suplementada por termelétricas⁵.

O Governo brasileiro mostra sua preocupação com o fornecimento de energia elétrica desde 1883, com a instalação da primeira usina de energia elétrica na cidade de Campos (RJ). Era uma usina termoelétrica. A primeira usina hidrelétrica brasileira foi construída pouco depois no município de Diamantina (MG), aproveitando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha (ANEEL, 2008).

A criação da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) foi proposta em 1954, pelo presidente Getúlio Vargas. O projeto enfrentou grande oposição e só foi aprovado após sete anos de tramitação no Congresso Nacional. Em 25 de abril de 1961, o presidente Jânio Quadros assinou a Lei 3.890-A, autorizando a União a instituir a Eletrobrás. A instalação da empresa ocorreu oficialmente no dia 11 de junho de 1962 (Eletrobras,2011)

Com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, pela Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996, e regulamentada pelo Decreto nº 2.335 de 6 de outubro de 1997, o governo brasileiro mostra sua preocupação com a demanda do consumo de energia elétrica num patamar crescente ano a ano.

Mais recentemente, em 2004, foi criada a EPE (Empresa de Pesquisas Energéticas) que tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras atribuições (artigo 2º da Lei 10.847 de 15 de março de 2004). Esta empresa pública analisa constantemente o setor energético brasileiro, e emite publicações entre revistas e boletins sobre o sistema energético.

⁵ Geradores de energia elétrica que usam o calor proveniente dos combustíveis.

1.2 Caracterização do consumo de energia elétrica no Nordeste

1.2.1 Hipótese

A hipótese deste trabalho é de que existe uma relação entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico da região Nordeste, seguindo os modelos teóricos existentes na literatura. O Nordeste foi, por muito tempo, uma região imersa em problemas de subdesenvolvimento, sem atração de investimentos de capital ou qualificação de recursos humanos. A instalação de grandes hidrelétricas na região trouxe um novo alento ao desenvolvimento, constituindo, portanto, importante infraestrutura para o crescimento econômico observado no presente. Por isso, parte-se da hipótese de que a maior oferta de energia tenha sido um fator determinante de estímulo ao crescimento econômico para a região.

Com a chegada de novas empresas, tanto na agricultura como na indústria, a demanda por energia aumentou. Não só nas empresas, como também nos diversos setores de consumo da sociedade. Nestes termos, há uma expectativa de crescimento econômico regional. De sorte que - o crescimento do setor industrial acompanha o consumo de energia elétrica? Será que a estrutura governamental está preparada para fornecer toda e qualquer demanda de energia para as empresas e residências?

As concessionárias de energia elétrica estão obrigadas por lei a fornecer energia elétrica – independentemente da demanda que se queira consumir. É salutar entender que o sistema de geração de energia elétrica depende de fatores, principalmente o clima, reservatórios pluviométricos, e veios de rios. Se os reservatórios não estiverem abastecidos, não há como entender o fornecimento de energia ser ilimitado. É factível amargar a possibilidade de enfrentar racionamentos.

A iniciativa privada já deu sinal que as instalações de empresas são fomentadas por energia elétrica, pois máquinas leves ou pesadas fazem parte do acervo de processo produtivo de empresas; e as que fazem movimentar a produção são movidas a este tipo de insumo. Com transmissão de menor custo e produção competitiva, a energia elétrica vem sendo estudada como fomentadora para fins de crescimento econômico. E este estudo visa saber este impacto deste insumo na região do Nordeste brasileiro.

1.2.2 Problema de pesquisa

O problema de pesquisa foi extraído da literatura que tem se preocupado com o tema da relação entre consumo de energia e crescimento econômico. Na região Nordeste, a energia surge com grandes obras de hidroelétricas; e com a expansão do setor energético, verifica-se a necessidade de se investigar a sua importância para o crescimento econômico. Este estudo de investigação procurará mostrar, então, se existe uma relação entre o consumo de energia elétrica e o crescimento da economia regional nas últimas décadas.

1.2.3 Objetivos

1.2.4 Geral

O objeto geral da pesquisa é investigar se existe uma relação entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico do Nordeste no período janeiro de 1991 a junho de 2012, utilizando o teste desenvolvido por Johansen e Juselius (1990) e o teste de estrutura multivariada, desenvolvido por Engle-Granger (1987).

1.2.5 Objetivos específicos

- Pesquisar na literatura os trabalhos que tratam da relação entre consumo de energia elétrica e crescimento econômico, visando à escolha de um modelo para tratamento dos dados do consumo de energia elétrica e crescimento econômico na região do Nordeste brasileiro;
- Levantar dados secundários do consumo de energia elétrica, e da produção física industrial para a região do Nordeste;
- Testar a relação existente entre: consumo de eletricidade, a produção física industrial para a região Nordeste com a utilização do modelo de Johansen e Juselius (1990), de Engle-Granger, além do Teste de Raiz Unitária.

1.2.6 Justificativa

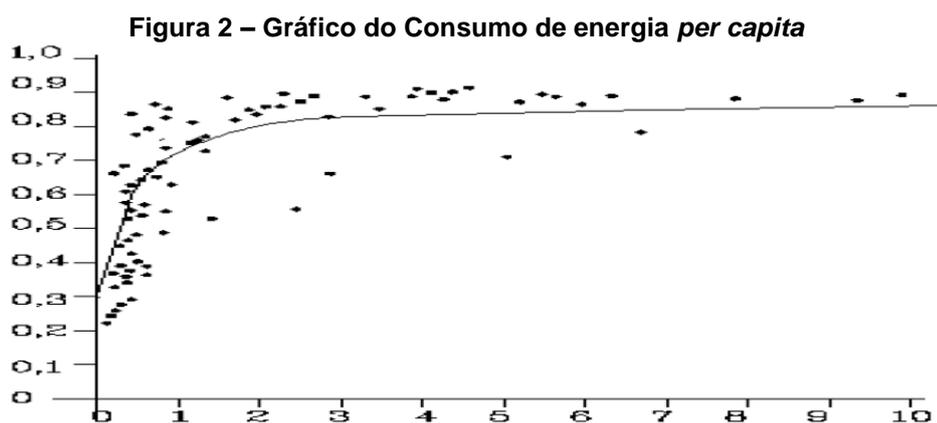
A escolha do tema justifica-se pela importância da eletricidade no meio urbano ou rural como insumo para o crescimento econômico. Esta contribuição da

energia para o crescimento econômico tem sido amplamente discutida e valorizada na literatura, por isso a escolha desse tema apresenta-se de grande importância para a economia nordestina que passa atualmente por um processo de crescimento.

Instituições como o Banco Mundial tem reconhecido também amplamente a existência de relação entre o consumo de energia elétrica e o desenvolvimento econômico. Assim, veja-se, por exemplo, figura 2: computado pelo WORLD BANK (2001) e apresentado na UFRPE (2008) onde se observa que as economias que possuem melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) são aquelas que apresentam maior consumo de energia.

Neste sentido, este estudo tem a sua maior justificativa na importância de pesquisar e estudar as relações que se observam entre o consumo de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico na região do Nordeste brasileiro.

Justifica-se este estudo, também, por ter a região uma grande área de clima semiárido com 62% de seu território; e mesmo assim ser grande produtor de frutas. A região é responsável por 98% das exportações de uvas do Brasil (Valexport, 2009). Vinhos e frutas despontam como fortes precursores da agricultura, responsável por muitos empregos diretos e indiretos. Então fica clara a importância deste estudo, para previsões de políticas econômicas.



FONTE: C.E Suarez, "Energy Needs for Sustainable Development", in J. Goldemberg e T.B. Johansson, Energy as an Instrument for Socio-Economic Development, UNDP, 1995. In: Goldemberg, 1998.

2 SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS DO SETOR ENERGÉTICO

2.1 Referencias do Nordeste

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a região Nordeste apresenta-se em quatro paisagens naturais diferentes: o meio-norte (prolongamento da Amazônia) abrangendo o estado do Maranhão; o Sertão (região central semiárida) abrangendo os oito estados; a Zona da Mata (faixa de terra litorânea) que margeia todos os estados; e o Agreste (região de transição entre o semiárido e a zona da mata) que se apresenta nos estados da região – menos no estado do Maranhão.

Em 1530, foi introduzida a cana-de-açúcar na zona da mata. Agricultura que prosperou até os dias de hoje, tendo o estado de Alagoas como principal representante. O fumo e o cacau são de grande produção nos estados da Bahia e Alagoas. O sal se destaca nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Destaca-se ainda o polo petroquímico de Camaçari e três metrópoles regionais – Recife, Salvador, e Fortaleza na oferta de serviços. O turismo é outra importante atividade econômica, neste clima da zona da mata nordestina. Portos e aeroportos importantes são atrativos na infraestrutura e logística para a região.

A agricultura e a pecuária de subsistência norteiam o agreste nordestino, e o movimento econômico se dá pelas feiras de: Caruaru (PE), Feira de Santana (BA), Campina Grande (PB) que são exemplos de grandes feiras e movimentações econômicas. São recentes os surgimentos de polos têxteis em Toritama (PE) e Santa Cruz do Capibaribe (PE), que perfazem o segundo polo nacional do setor têxtil.

O sertão é marcado pelo clima semiárido e a agropecuária de subsistência. A paisagem vem se modificando com o desenvolvimento da pecuária leiteira e agricultura de frutas, com destaque para a região do vale do São Francisco (PE/BA). Destaca-se também a região do Araripe (PE) na extração da gipsita e pedras calcárias.

No meio-norte, destaca-se o extrativismo vegetal (madeira, babaçu e carnaúba), o plantio de algodão, arroz e soja; e a pecuária extensiva. Importante

ressaltar o escoamento do minério de Carajás (PA) pelo porto de Itaqui, São Luiz, Maranhão (IBGE, 2010).

A região Nordeste vem se modificando nas últimas décadas, num processo de industrialização de calçados, vestuários, e automotiva; bem como a indústria açucareira e petroquímica. Vários fatores viabilizam este avanço. Mão de obra competitiva, insolação prolongada, tecnologia típica aplicada ao terreno, e facilidade para o escoamento do produto pelas vias: aéreas, terrestres e férreas. O Nordeste vem avançando no crescimento econômico, competindo com as outras regiões nacionais, num mercado promissor para o investimento e exportação.

Aberta a iniciativa privada, a produção de energia elétrica vem recebendo investimentos de grandes vultos, além das possibilidades de investimentos dos entes federados. As indústrias e empresas que antes só consumiam este produto – hoje são parceiras na produção e consumo de energia elétrica; ou até mesmo na autoprodução e cogeração - quando a empresa produz sua própria energia e vende o excedente às concessionárias do setor energético.

Não há estoque de energia nas concessionárias e empresas do setor nos estados-membros brasileiros, trabalha-se no limite da capacidade. Isso vem se mostrando preocupante com o consumo crescente de energia. E este cenário é preocupante, tanto face às políticas públicas, quanto ao setor privado. Desta sorte, os estados nordestinos estão investindo em fontes energéticas alternativas, tais como: termelétricas, eólicas e solares.

As termelétricas são soluções rápidas para atender a demanda momentânea, porém chama a atenção por serem poluidoras, de pouca potência, e ofertam energia mais cara. Estas soluções vêm sendo usadas pelas indústrias e comércios para suprir a escassez crescente deste produto.

A EPE desenvolve trabalhos a fim de quantificar as necessidades de energia necessária para o Brasil e regiões brasileiras. Os cálculos para o consumo de energia elétrica são feitos levando-se em conta várias contrapartidas, tais como: cenários de referências passados do consumo de energia e crescimento do PIB nacional e mundial; conjunturas e perspectivas nacionais e internacionais de desenvolvimento; premissas demográficas para o crescimento populacional;

premissas setoriais (desenvolvimento de indústria, expansão das residências), entre outras projeções (EPE, 2008).

Neste cenário, o consumo de energia elétrica na região Nordeste soma variações positivas maiores que de outras regiões, inclusive com variações maiores que a nacional. A projeção para 2019 inclui a região Nordeste carecedor de quase o dobro do consumo de energia em menos de dez anos. Enquanto para o Brasil espera-se uma variação de crescimento de 5% até 2019; o Nordeste aponta para crescimento do consumo de energia elétrica 5,4%, só sendo superada pela região Norte como 8,2% (tabela 1).

Tabela 1 – Consumo de energia elétrica no Brasil e previsão até 2019 em GWh

| Ano | Subsistema | | | | SIN | Sistemas Isolados | Brasil |
|----------------------|------------|----------|------------|---------|---------|-------------------|---------|
| | Norte | Nordeste | Sudeste/CO | Sul | | | |
| 2010 | 28.813 | 59.015 | 250.503 | 71.024 | 409.355 | 6.510 | 415.865 |
| 2014 | 43.318 | 72.372 | 306.125 | 83.737 | 505.552 | 1.239 | 506.791 |
| 2019 | 58.152 | 92.561 | 377.355 | 103.162 | 631.229 | 1.805 | 633.033 |
| Variação (% ao ano)* | | | | | | | |
| 2010-2014 | 10,5 | 5,9 | 5,6 | 4,7 | 5,9 | -31,2 | 5,5 |
| 2015-2019 | 6,1 | 5,0 | 4,3 | 4,3 | 4,5 | 7,8 | 4,5 |
| 2010-2019 | 8,2 | 5,4 | 5,0 | 4,5 | 5,2 | -13,9 | 5,0 |

Notas: Foi considerada a interligação dos sistemas isolados Acre/Rondônia ao subsistema Sudeste/CO a partir de novembro de 2009, e a interligação dos sistemas isolados Manaus/Macapá/margem esquerda do Amazonas ao subsistema Norte a partir de novembro de 2011.

* Variações médias anuais nos períodos indicados, a partir de 2009 e 2014.

Fonte: EPE,2008

No afã de atingir os objetivos escalonados nos desenvolvimentos destas projeções de consumo, os governos dos entes federados intensificam as construções de usinas geradoras de energia elétrica com incentivo à iniciativa privada. A partir de concessões e outras formas de licitações, a ANEEL e os entes federados tentam solucionar o avanço do consumo crescente de energia elétrica na região Nordeste.

São muitas as expectativas para este fim. Para o Nordeste, já foram licitados dezenas de Usinas Hidrelétricas (UHE) e Usinas Termelétricas (UTE), tabela 2. E até 2013 irão ser construídas usinas de geração de energia elétrica visando melhor estabilidade de oferta deste produto.

Tabela 2 – Expansão hidrotérmica licitada e em construção de 2010 a 2013

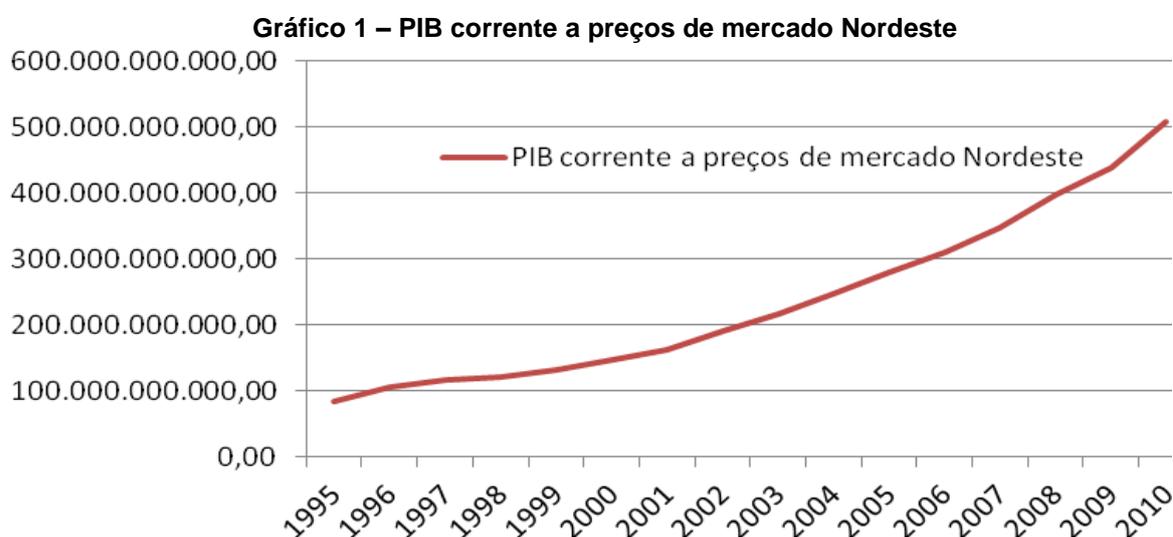
| ANO | Sudeste/Centro-Oeste | | Sul | | Nordeste | | Norte | |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Projeto | Pot ^(a) | Projeto | Pot ^(a) | Projeto | Pot ^(a) | Projeto | Pot ^(a) |
| 2010 | UHE Serra do Facão | 213 | UHE Passo São João | 77 | UTE Camaçari PI | 150 | UHE Rondon 2 | 74 |
| | UHE B. Coqueiros | 90 | UHE São José | 51 | UTE Campina Grd | 169 | UTE Nova Olinda | 166 |
| | UHE Caçu | 65 | UHE Foz Chapecó | 855 | UTE Global 1 | 149 | UTE Tocantinópolis | 166 |
| | UHE Foz do Rio Claro | 68 | UHE Salto Pilão | 182 | UTE Global 2 | 149 | | |
| | UHE Retiro Baixo | 82 | UTE Candiota 3 | 350 | UTE Itapebi | 146 | | |
| | UHE Salto | 108 | | | UTE Maracanaú I | 168 | | |
| | UHE Salto Verdinho | 93 | | | UTE Monte Pascoal | 145 | | |
| | UHE Dardanelos | 261 | | | UTE Termonordeste | 171 | | |
| | UTE Do Atlântico | 490 | | | UTE Termoparaíba | 171 | | |
| | UTE Viana | 175 | | | | | | |
| 2011 | UHE São Domingos | 48 | UHE Mauá | 350 | UTE José de Alencar | 300 | UHE Estreito | 1.087 |
| | UHE Batalha | 54 | | | UTE MC2 Camaçari1 | 176 | | |
| | UHE Simplício | 306 | | | UTE MC2 Catu | 176 | | |
| | UTE Linhares | 204 | | | UTE MC2 D. Dávila 1 | 176 | | |
| | UTE Palm. de Goiás | 174 | | | UTEMC2 D. Dávila 2 | 176 | | |
| | | | | | UTE MC2 Feira de Santana | 176 | | |
| | | | | | UTE MC2 Sr. Bonfim | 176 | | |
| | | | | | UTE Porto Pecém 1 | 720 | | |
| | | | | UTE Pernambuco 4 | 201 | | | |
| 2012 | | | | | UTE Maracanaú II | 70 | UHE Santo Antônio | 3.150 |
| | | | | | UTE Porto Pecém 2 | 360 | UTE Porto do Itaqui | 360 |
| | | | | | UTE Suape II | 356 | | |
| 2013 | UTE Cacimbaes | 127 | UHE Baixo Iguaçu | 350 | UTE MC2 Camaçari2 | 176 | UHE Jirau | 3.300 |
| | UTE Cauhyra I | 148 | | | UTE MC2 Camaçari3 | 176 | | |
| | UTE Escolha | 338 | | | UTE MC2 Gov.Mang. | 176 | | |
| | UTE Iconha | 184 | | | UTE MC2 Macaíba | 400 | | |
| | UTE MC2 João Neiva | 330 | | | UTE MC2 Messias | 176 | | |
| | UTE MC2 Joinvile | 330 | | | UTE MC2 N. S. Soc. | 176 | | |
| | UTE MC2 N Venécia2 | 176 | | | UTE MC2 Pecém 2 | 350 | | |
| | | | | | UTE MC2 Rio Largo | 176 | | |
| | | | | | UTE MC2 Sapeaçu | 176 | | |
| | | | | | UTE MC2 Sto. Ant. | 176 | | |
| | | | | | UTE MC2 Suape 2B | 350 | | |
| | | | | | UTE Pernambuco 3 | 201 | | |
| | | | | | UTE Termopower 5 | 201 | | |
| | | | | UTE Termopower 6 | 201 | | | |
| TOTAL | 5.291 | 2.289 | 8.183 | 8.303 | | | | |

(a) Potência total do empreendimento, em MW. No caso de usinas que não motorizam dentro do ano indicado, esta potência não corresponde à potência incorporada no ano.

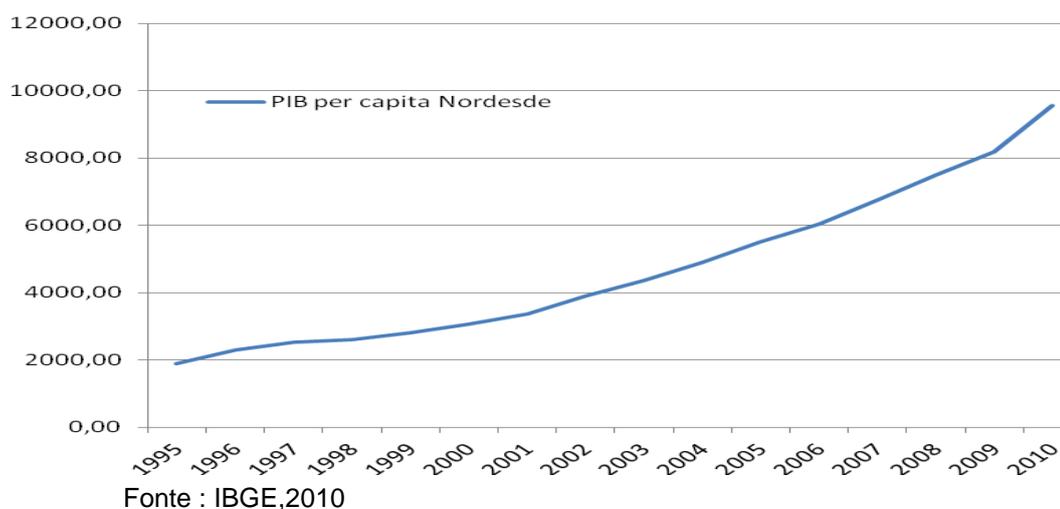
FONTE: EPE.

Espera-se para o Nordeste, até 2013, uma produção de 8.183 MWh por estas usinas, que são pulverizadas entre os estados-membros nordestinos, mostrando claramente as preocupações dos entes federados em atender o crescimento de consumo de energia elétrica nestes estados. Embora ainda existam veios de potenciais hidráulicos a serem explorados nas construções de hidrelétricas, a maioria destas usinas apresentadas para instalação são termelétricas; dadas as eficácias e rapidez de construção, além de atenderem pontos específicos onde há escassez do produto *in situ*.

Analisando numa breve síntese, a região Nordeste tem o PIB a preços de mercado em 1995 de R\$ 84.970.342.700,38; com o PIB *per capita* de R\$ 1.877,00. Em 2010, o PIB a preços de mercado é de R\$ 507.501.606.632,10; com o PIB *per capita* de R\$ 8.763,00 – gráficos 1 e 2. É uma análise importante, pois neste período o PIB cresceu quase seis vezes, enquanto o PIB *per capita* aumentou mais de quatro vezes. Ressalta-se que houve planos econômicos neste período, e graves crises energéticas, dificultando saber o PIB a preços reais.



Fonte: IBGE,2010

Gráfico 2 – PIB per capita a preços correntes Nordeste

A produção de gás natural e petróleo na região Nordeste é expressiva para a região. Os estados de Alagoas, Bahia, Rio Grande do Norte, e Sergipe são produtores de gás natural (LGN) e petróleo. Perfizeram um total de 4.566.781,72m³ de gás natural e 71.624.888,8 de barris de petróleo para 2000; e chegando a produção menores de 3.681.949,62 m³ de gás natural e 59.397.555,43 de barris de petróleo em 2011, gráficos 3 e 4. O declínio da produção de derivados de petróleo alcança a diminuição de reservas, e fatalmente preocupam os entes federados do Nordeste, tendo a produção de energia elétrica das usinas hidrelétricas substancial importância para a região. Se de um lado, as hidrelétricas têm função primordial para o crescimento econômico, as reservas extrativistas têm importância igualmente singular.

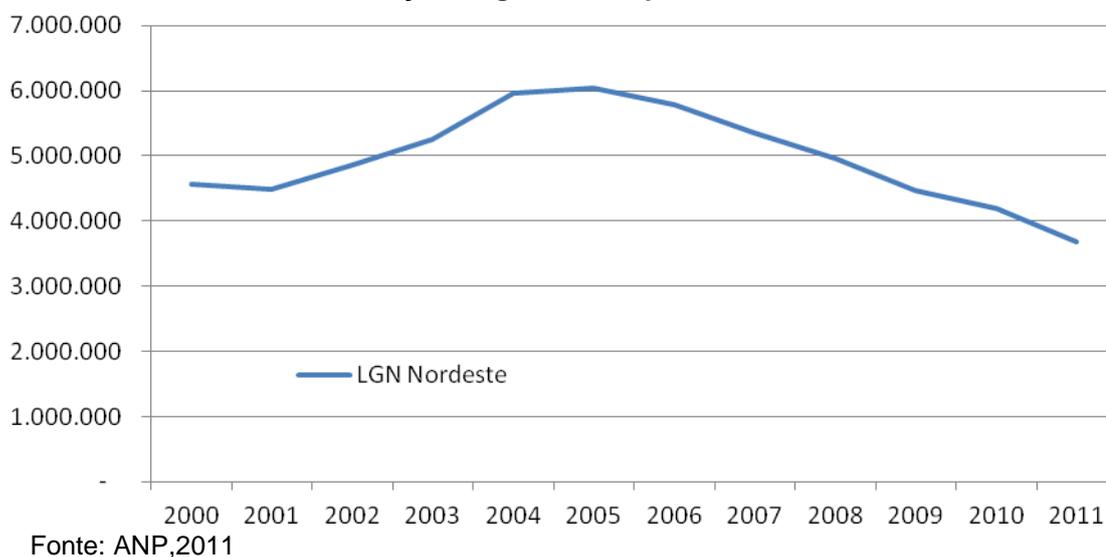
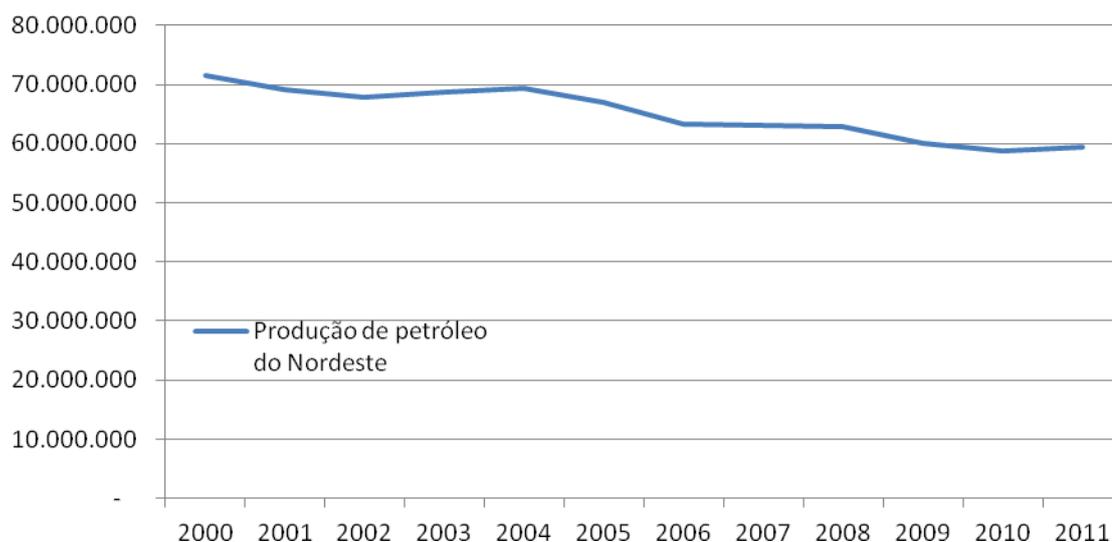
Gráfico 3 – Produção de gás natural por ano no Nordeste

Gráfico 4 – Produção de petróleo no Nordeste

Fonte: ANP, 2011

Enquanto a produção de LGN e Petróleo estão em franca baixa, o consumo de energia vem reagindo, e os governos dos entes federados têm que ter alternativas para suprir esta franca ascendência do consumo de energia, sob o risco de termos que suportar os problemas de racionamento tão belicoso para o crescimento econômico.

A busca de soluções não está só na produção de energia elétrica, mas na transmissão, distribuição, e na tecnologia empregada nas máquinas que produzem mais, consumindo menos energia. A energia alternativa e renovável são as grandes expectativas para o equilíbrio natural custo/benefício econômicos. Entender como isso se processa é importante para tomada de decisão para o investimento no setor energético.

A comercialização de energia elétrica no Brasil é monopólio da União, que disponibiliza às concessionárias a venda deste produto. Porém os recursos para prover usinas geradoras de grande porte são dispendiosos para os entes federados.

Neste sentido, o incentivo para produção de energia elétrica é dada a iniciativa privada, através de Parcerias Público Privada (PPP), como forma de suprir a falta de estrutura e financeira do setor público. Pela Lei nº 11.079 de 30 de dezembro de 2004, o Governo Federal incentiva a iniciativa privada a investir no setor de geração de energia elétrica diante de um cronograma de atendimento das necessidades de demanda energética nacional.

O Brasil aponta como o segundo maior consumidor no mundo de energia elétrica pelas forças hidráulica das águas (EPE, 2008). Em 2006, a participação da hidroeletricidade foi de 83,2%⁶, sendo o segundo país no mundo com esta característica.

2.2 Produção Física Industrial por índice, seções e atividades industriais

O PIB pode-se entender como o valor monetário total de tudo quanto foi produzido de bens e serviços durante determinado período. Estes valores são calculados segundo uma metodologia própria do Sistema de Contas Nacionais (SCN). Os entes federados (União, estados-membros, Distrito Federal, e municípios) são obrigados por lei a compor este Sistema. Por esta metodologia, os bens e serviços têm que serem produzidos no território nacional, de forma lícita, com formalidades de lei, e tributáveis de formas próprias, numa lista de 17 atividades econômicas. A lista compõe atividades de agropecuária, indústria, e serviços.

A metodologia subsidiária é conduzida pelo IBGE, e consta de: Pesquisa Industrial Anual-Empresa PIA-Empresa, Pesquisa Anual de Comercio (PAC), Pesquisa Anual de Serviços PAS, e Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC).

O IBGE divulga ocasionalmente as contas públicas numa série de revistas com as nomenclaturas inclusas no Sistema de Contas Nacionais, introduzindo novos conceitos e bases para os municípios e regiões.

Esta contabilidade é desenvolvida desde o ano 2000, em parceria como os órgãos estaduais de estatística, secretarias estaduais de governo e a Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA.

O crescimento da região Nordeste para este trabalho foi caracterizado pela série temporal da produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais, por número índice, como base mensal e ajuste sazonal (base: média de 2002 = 100), do sítio virtual do IBGE. São dados reais que monta o crescimento econômico para o Nordeste, metodologicamente organizado pela autarquia federal – IBGE.

⁶ IEA – International Energy Agency - 2011

Para obter estes dados utilizados nesta pesquisa, a metodologia utilizada é dada pelo IBGE, livro 31, INDICADORES CONJUNTURAIS DA INDÚSTRIA – PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 2004.

O IBGE divulga índices mensais relativos à produção industrial, calculados a partir da Pesquisa Industrial Mensal-Produção Física – PIM-PF, a partir de 1970.

Estes indicadores buscam gerar informações tanto para o Brasil como para distintas partes do território nacional. No caso da indústria, são calculados e divulgados índices para a indústria nacional e para aquelas unidades da federação cuja participação é de, no mínimo, 1% no total do Valor da Transformação Industrial – VT110.

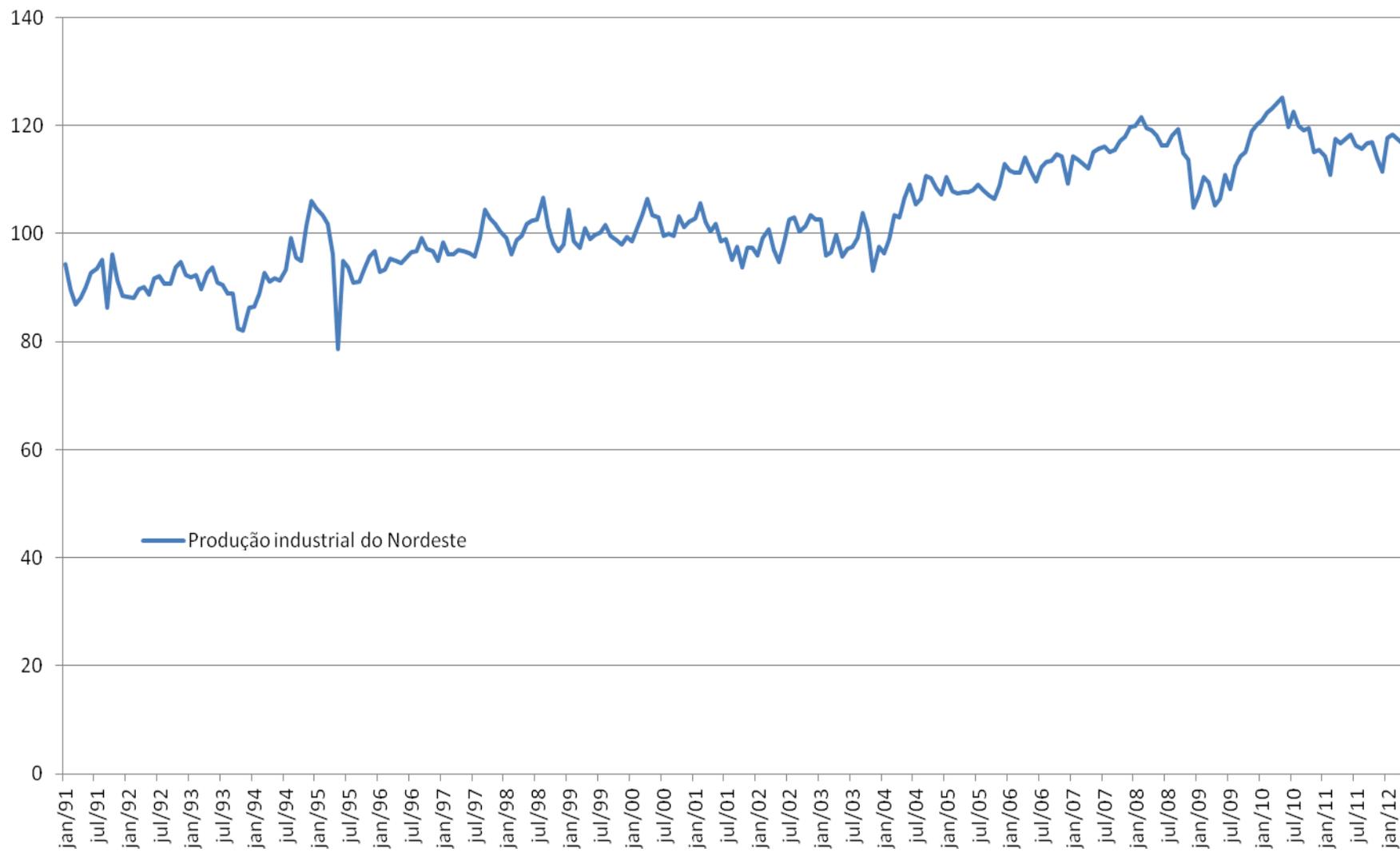
As unidades da federação selecionadas pelo IBGE são: Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, e Brasil. Outras séries de outros períodos divulgadas inclui o estado de Goiás.

São divulgados também resultados para o total da região Nordeste. As outras unidades da federação têm meios próprios de indicadores e seguem outros períodos e publicações.

A série temporal utilizada neste trabalho é a produção física industrial, por tipo de índice e seções de atividades industriais, e tem a janela de tempo entre janeiro de 1991 a julho de 2012, totalizando 258 informações, como comporta o gráfico 5 a seguir.

As variações de queda da atividade industrial são conferidas aos meses de maio de 1995, maio de 2001 a setembro de 2003, e setembro de 2008 a setembro de 2009.

Nota-se a produção industrial foi sensível à crise de racionamento de energia elétrica no ano de 2001, e perdurou quase dois anos para superar a queda de consumo de energia elétrica. Muito embora não tenha havido picos consideráveis, como o das janelas de tempo de 1995 e 2008 a 2009. Neste sentido, outras forças econômicas deram margens a estes fatos.

Gráfico 5 – Produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais.

Fonte: IBGE, 2012

2.3 Força de Trabalho

A formação e análise da força de trabalho é importante para compreensão do crescimento econômico, daí a curva da geração formal de empregos ser utilizada pelos pesquisadores nos trabalhos publicados com a finalidade de entender o comportamento deste e de outros parâmetros. A força de trabalho representa as capacidades físicas e intelectuais dos indivíduos em desenvolverem os diversos processos produtivos. As técnicas e métodos dos agentes em processar os diversos escaninhos de trabalho e produção lhes permitem operar as ferramentas e os equipamentos que despontam as origens produtivas para as forças de trabalho (Althusser, 1998).

Este tema desperta para a comparação entre as curvas da força de trabalho conjuntamente com as curvas da produção industrial física do Nordeste, e o consumo de energia elétrica para a região Nordeste brasileiro. Neste caso, a mesma janela temporal será a versão para esta análise.

Pois, se há aumento do consumo de energia elétrica, concomitante com o aumento da produção industrial, calculados a partir da Pesquisa Industrial Mensal-Produção Física – PIM-PF, certamente existirá o aumento de geração de emprego. É uma condição *sine qua non* para ocorrência do crescimento econômico.

A força de trabalho é identificada como o número de empregos formais gerados. Os empregos formais gerados são os que constam das formalidades exigidas pelo Governo Federal e entes federados, tais como: carteira de trabalho regularmente notificada, assistência hospitalar ao empregado, objeto lícito da empresa contratante, regras técnicas exigidas para o desempenho da profissão, entre outras exigências legais dos entes federados através dos sistemas legiferantes.

Na questão metodológica, estes índices são pesquisados em seis regiões metropolitanas brasileiras (Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, e Porto Alegre).

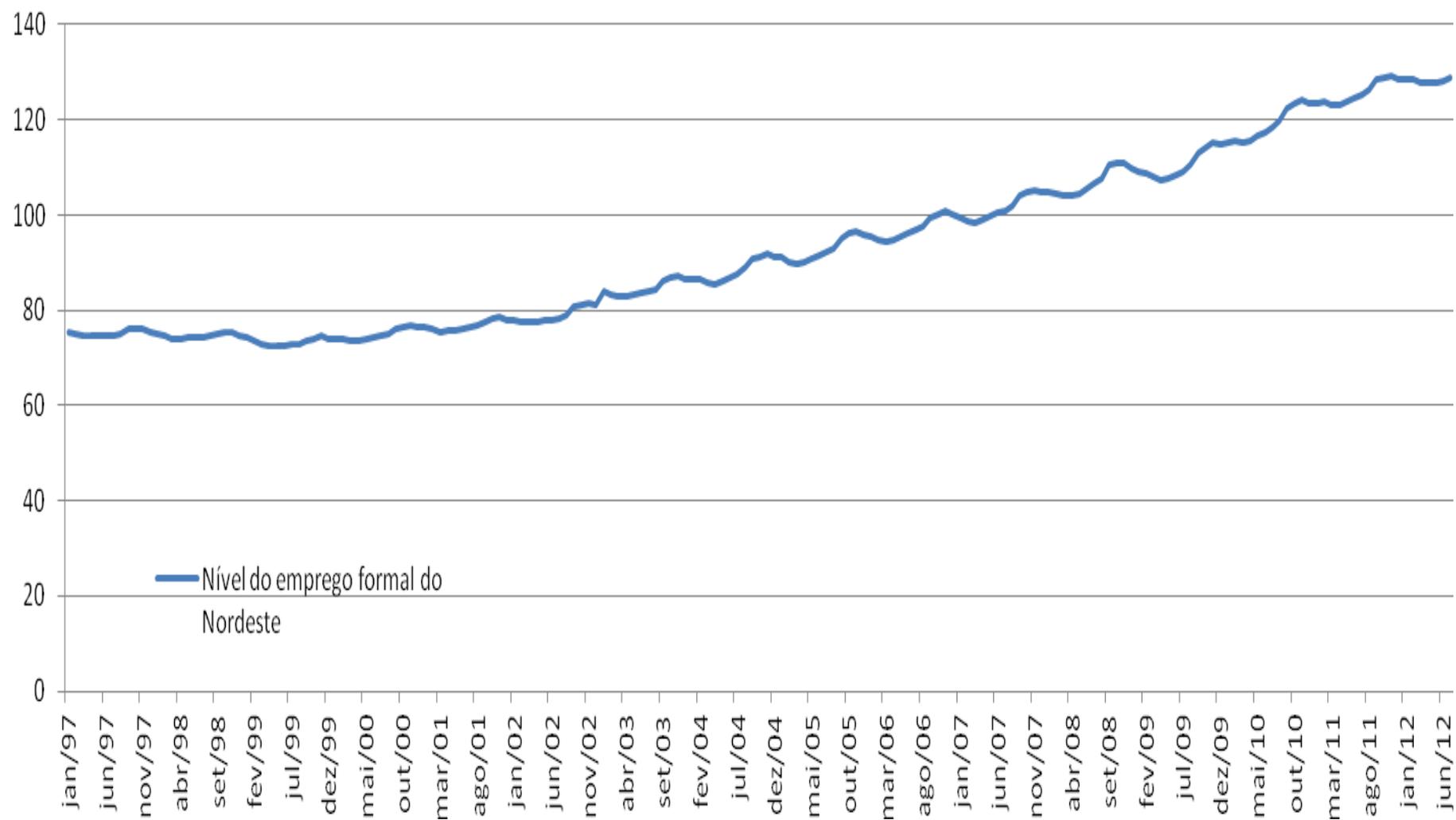
A metodologia está disponível no livro 23, Pesquisa Mensal de Emprego, 2ª edição, IBGE, Rio de Janeiro, 2007. Os dados são aferidos pelo MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), pelo CAGED (Cadastro Geral de Empregados e

Desempregados), e disponíveis no sítio cibernético destas organizações. Esta série também está disponível no sítio do Banco Central do Brasil, dada a importância para as pesquisas econômicas que revela estes dados.

Na janela de tempo estudada (janeiro/97 a julho/12), a curva da força de trabalho (por índices) efetivamente ocupada mostra um comportamento ascendente para a região Nordeste – gráfico 06.

Observa-se que entre maio e setembro de 2002 há um aumento para maior do número de empregos gerados, em comparação com o fim do racionamento de energia elétrica, que foi entre os meses janeiro a julho de 2002. Este foi o período de tempo que a região Nordeste passou para reverter à histerese do racionamento de energia elétrica (seis meses). Levando um ano para que a força de trabalho reagisse ao racionamento de forma lenta. Vale ressaltar, que a energia elétrica é calculada como insumo, porém ela tende a ser um acelerador dos outros insumos. Na medida em que aumenta o consumo de energia elétrica das residências, dos hospitais, dos órgãos públicos; aumenta, conseqüentemente – o consumo nas indústrias, serviços, e comércios.

Gráfico 6 – Força de trabalho ocupada no Nordeste



Fonte: IBGE, 2012

2.4 Consumo de energia elétrica

A produção de energia elétrica nos moldes contemporâneos é recente para a história da humanidade. Nikola Tesla patenteou a corrente alternada, e junto com George Westinghouse produziram as máquinas elétricas que são grandemente utilizadas nos nossos dias que movimentam engenhos e fazem funcionar equipamentos em altas e baixas tensões a correntes alternadas.

Logo a eletricidade chegou às residências, praças, comércios e indústrias. O serviço de geração e distribuição de energia elétrica passa a ser estatal, dada a sua importância estratégica no setor econômico e altos custos de investimentos.

No mundo, as tensões elétricas são postas à disposição do usuário doméstico e comercial em: 110 V a 127 V e 220 V a 240 V. Já às indústrias, consomem destas tensões domésticas até 13,8 KV, com altas correntes e grandes máquinas, que operam em muitas horas de trabalhos ininterruptas.

A tensão elétrica chega nas frequências de 60 Hz ou 50 Hz. E as máquinas elétricas funcionam a partir destas tensões e frequências, nos hospitais, comércios, residências e indústrias. Dentro destas máquinas, existem inúmeras outras frequências e tensões que são distribuídas em circuitos; que, com moldes estruturais diferenciados, iluminam as telas de computadores e transmitem sinais de radiofrequências em diversos sistemas de comunicação de longas e curtas distâncias.

O consumo de energia elétrica serve como insumo nas áreas de: indústria, agropecuária, serviços, e residência. A energia transforma matéria-prima em bens e utensílios duráveis, bem como para uso imediato nas residências e serventias governamentais. O *quantum* é consumido, vem ganhando importância quando o tema é crescimento econômico. No mundo todo, vêm sendo criadas agências de pesquisas para mensurarem os gastos com eletricidade, e conseqüentemente o seu avião.

A energia elétrica vem merecendo atenção do nosso Governo Federal, mas só recentemente. As crises de geração deste insumo (1987 e 2001) levaram o Governo a melhor mensurar estes problemas através da criação de agências especializadas. A lógica é bastante simples: se a empresa é privada de consumir energia elétrica – como pode produzir?

Por isso os racionamentos de energia elétrica são tão maléficos para o crescimento econômico. De sorte que este insumo faz parte da composição do PIB, porém computadas de forma bem sucinta, carecendo de análise detalhada. No cálculo do PIB não é levado em consideração à geração de energia elétrica de modo singular. O cotejamento desta mensuração é feita com outros fatores e insumos, não prioriza a energia elétrica que vem se mostrando como importante vetor de crescimento econômico.

A energia elétrica é computada na composição do PIB segundo as atividades produtivas na Seção *E*, no livro de cálculo do PIB brasileiro, que compreende: produção e distribuição de eletricidade, gás e água, e na divisão 90 da Seção *O* que versa sobre outros serviços coletivos, sociais e pessoais. Abrange as empresas de geração e distribuição de energia elétrica de origem hidráulica, térmica, nuclear, eólica, e solar⁷.

Por outro lado, também é computado no mesmo bloco, produção e distribuição de gás através de tubulações; captação, tratamento e distribuição de água; e coleta, transporte, triagem e eliminação de resíduos sólidos domésticos, urbanos e industriais – entre outros. Esta metodologia é usada por recomendação da ONU, expressas no manual *System of National Accounts 1993 - SNA 93*, tornando-se compatíveis com outros países.

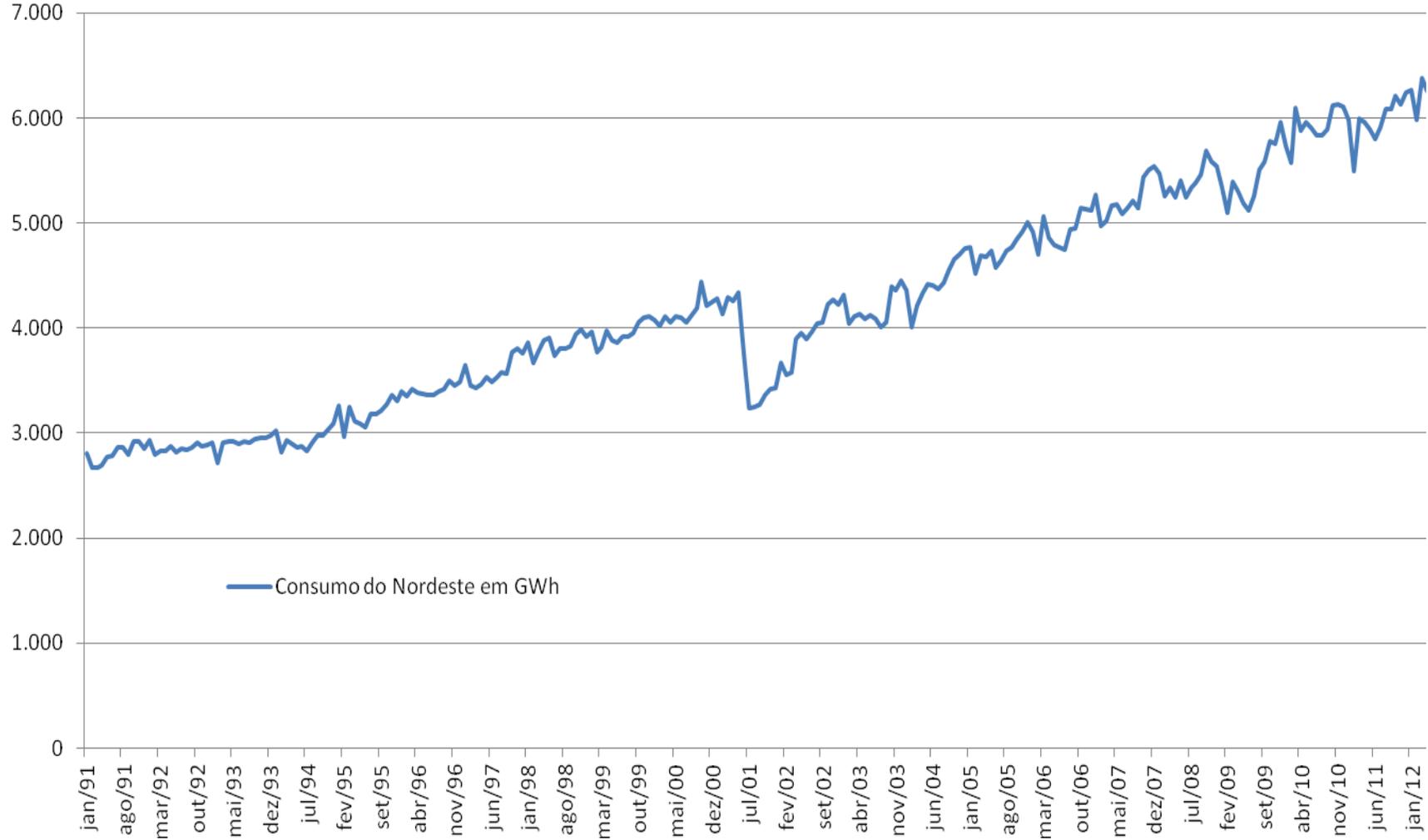
Nesta composição de dados, não é levado em consideração o consumo de energia elétrica separadamente, e o *quantum* o consumo pode ser importante para o crescimento econômico. Neste trabalho, analisa-se o consumo de energia elétrica na região Nordeste e o impacto sobre o crescimento econômico.

No período analisado, a energia elétrica mostra-se crescente, desde janeiro de 1991, que tem um consumo de 2.808 GWh, chegando a 6.073 GWh em junho de 2012, gráfico 7. Muito embora este consumo tenha sofrido uma queda acentuada entre maio de 2000 a janeiro 2001. Neste período analisado – 21anos e seis meses, o consumo de energia praticamente dobrou, em mais de 3.000 GWh.

A forma da curva ascendente de consumo energia elétrica, apesar dos percalços do ano de 2001 a 2002, tem uma continuidade ascendente. E há uma boa expectativa para prevenir que a curva analisada seja de boa valia para aplicação dos testes econométricos relacionamentos.

⁷ **Produto Interno Bruto dos Municípios**, 2ª Edição, Série Relatórios Metodológicos, IBGE, Rio de Janeiro, 2008

Gráfico 7 – Consumo de energia elétrica do Nordeste em GWh



Fonte : EPE,2012

2.5 O consumo de energia elétrica em itens

O consumo de energia é um dado preciso e importante para tomada de decisão, tanto pelos entes públicos quanto pelas indústrias, comércios, e residências. As concessionárias – responsáveis pelas vendas e tarifações deste produto têm um banco de dados bem detalhado sobre os consumidores. No Brasil, as concessionárias identificam seus clientes a partir da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, da ANEEL. Nesta Resolução há uma série de especificações de tarifação do consumo pelo gênero e espécie de clientes. Há interesse das concessionárias nestas identificações, pois o cliente identificado é atendido de forma pontual com especificações próprias. As concessionárias disponibilizam tensões e correntes variadas, a depender do tipo e consumo de cada cliente.

O consumo pode ser classificado nos seguintes itens: *Residencial, Indústria, Comercial, Rural, Poderes Públicos, Iluminação Pública, e outros*. O consumo vem sendo estudado, mais particularmente, pelas empresas de pesquisas nos setores *Residência, Indústria e outros*. Neste caso, *outros* englobam a iluminação pública gastos das concessionárias, e perdas.

Residencial – é o consumo das residências, pois a população torna-se alvo importante no consumo de energia elétrica, até mesmo pelo consumo dos bens produzidos pelas indústrias e por ser dependente da compra de energia elétrica das concessionárias.

Indústria – é o que as indústrias consomem, geralmente de alta potência, com preços diferenciados, em que as máquinas e equipamentos agregam aos bens produzidos a energia elétrica. Muitas vezes em alto valor de potência, com diversas etapas de produção; sendo o maior consumidor deste insumo.

E o consumo de *outros* – que versa sobre o consumo próprio das concessionárias, da administração dos entes federativos, e os outros itens – conforme estudos da EPE e resoluções da ANEEL.

Importante estudo foi feito no consumo de energia elétrica nas residências, levando-se em conta a população, e itens, como: lâmpadas, geladeira e freezer, ar condicionado, televisão, e máquina de lavar roupa, que foram cotizados e

quantificados (CHÃO, 2003). Pois as residências são consumidoras cativas deste produto junto às concessionárias, e é um bom termômetro de previsão de investimentos no setor energético, consomem em torno de $\frac{1}{4}$ (um quarto) de toda a energia elétrica consumida.

Quanto às indústrias, a preocupação governamental vem para contemplar os consumidores em maior potencial deste insumo, que somam em torno de 40% (quarenta por cento) do consumo total da produção nacional; são elas: alumínio (incluindo alumina e bauxita), siderurgia (aço bruto), ferroligas, pelletização, cobre, celulose e papel, soda-cloro, petroquímica (eteno), e cimento. Estes nichos são considerados eletrointensivos de consumo, pois a energia elétrica é consumida efetivamente e em grande moção na parte de produção de bens, segundo estudo da EPE, 2008.

Por ser a energia elétrica um produto bem quantificado – podem-se avaliar os consumidores deste setor, levando-se em consideração séries históricas e informações setoriais, conforme trabalho realizado pelo BEM (Balanço Energético Nacional) – EPE/MME, 2008.

A EPE adota o consumo específico em certos setores industriais como: de 13,5 MWh/t para ferro-níquel; para soda e cloro - três rotas tecnológicas: células de mercúrio, de diafragma e de membrana, com consumos específicos de eletricidade médios de: 3.120 KWh/t, 2.750 KWh/t e 2.500 KWh/t, respectivamente. Outras indústrias têm seus consumos pelo total, porém não quantificado pelo produto. Usinas de rotas integradas, com coqueria própria, admitiu-se uma cogeração média em torno de 280 kWh/t de aço produzido.

Considerações regulamentares de Governo versam que para expansão de indústria de celulose que deverá ser autossuficiente em energia elétrica, pois dentro do processo de fabrico do produto suprirá a energia elétrica consumida – chamado de autoprodutor (Decreto nº 2003, de 10 de setembro de 1996).

Há também as empresas que produzem seu próprio consumo somente nos horários de pico de fornecimento (das 17h às 22h) – horo-sazonais, e as que participam de leilões de energia elétrica posta à disposição pelas fontes produtoras (principalmente concessionárias) a fim de diminuir os custos de produção de bens e aumento de concorrência quando da oferta de energia ao sistema.

Padarias, sorveterias, e confeitarias têm seu estilo próprio de consumo de energia elétrica. Porém são de difícil mensuração quanto aos seus consumos frente às agregações aos bens por elas produzidos. Pois, não fazem quaisquer cálculos entre seu produto e a energia elétrica consumida; e muitas vezes estes produtos são de pouco impacto no consumo de energia elétrica no sistema.

Há que se observar as micro e pequenas empresas que funcionam em pequenos estabelecimentos, e que na verdade são residências. Seus consumos são apregoados como residência – mas se prestam a manufatura de pequenos utensílios, de participação familiar. Um bom exemplo das confeitarias caseiras que norteiam o bom desempenho têxtil da região Nordeste, nas minúsculas aziendas do agreste pernambucano.

2.5.1 Racionamento de energia elétrica no nordeste

O racionamento de energia elétrica é um fator limitante ao crescimento econômico. Prejudicial para a economia, impacta negativamente em qualquer setor de consumo, e notadamente no PIB. Pois numa lógica sucinta: uma indústria ficará ociosa em não produzir devido a racionamento de energia. Os outros setores de consumo de eletricidade, tais como: residências, comércios, iluminação Pública poderão ser afetados, porém o impacto na produção é bem maior no setor de industrial e comércio – pois geram empregos.

Foram dois os períodos de racionamento de energia elétrica, entre os anos de 1987 a 1988, e no ano de 2001, com reflexos na oferta de emprego e no crescimento do PIB – gráfico 07.

Muito embora a janela de tempo analisada neste trabalho seja de janeiro de 1991 a julho de 2012, os reflexos de racionamento perduram. Pois as oportunidades de mercado são feitas dia a dia. O mercado não irá esperar o racionamento acabar para efetivar investimentos. A oportunidade é de suma importância para o investimento. Então, na ocorrência de racionamento, o mercado se retrai, de sorte que a retomada da expansão de investimentos levará períodos difíceis a serem tabulados, sem a certeza de serem satisfatórios.

2.5.2 Racionamento de 1987 a 1988

O racionamento ocorrido entre março de 1987 a janeiro de 1988, por problemas financeiros da Eletrobrás já denota uma preliminar de grande preocupação para a economia nordestina (Magalhães, 1987). Nesta ocasião, houve estratégia para o consumo de energia e um plano para redução deste insumo. Primeiro para redução no consumo em 15% (entre março de 1987 a janeiro de 1988), e depois para 10%, a partir de 1º de setembro de 1988. Nesta fase, houve cobrança de Tarifas Especiais de Racionamento (TER), prejudicial para toda a cadeia de consumidores.

Planos econômicos que sucederam primaram pelo arrocho de investimentos no setor energético, reajustando as tarifas de energia em 45% - Plano Bresser. Inclusive com índices que multiplicaria as tarifas, caso o consumo de eletricidade ultrapassasse as metas de consumo: de 5%, 5% a 10%, acima de 10%; como fator multiplicador de: 4, 8 e 12 na tarifa consumida de energia elétrica.

O fim do racionamento só terminou em 18 de janeiro de 1988, quando o Ministro das Minas e Energia o fez por Decreto (Bastos,1988). Até então, não havia política governamental de investimentos no setor energético que abrisse a concorrência à iniciativa privada. O principal investidor era os entes federados. E o setor privado consumidor – não podia participar da produção, ficava a mercê das garantias governamentais de fornecimento ilimitado de energia.

2.5.3 Flexibilização da geração da energia elétrica

Este tema já rondou o Brasil nos anos de 1980 a 2000⁸, demonstrando sinais de crise de abastecimento. Houve toda uma flexibilização regulatória legiferante a fim de abrir este setor à iniciativa privada para a produção e comercialização de energia elétrica, principalmente Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Pequenas Centrais Termelétricas (PCT).

A competição no mercado energético se deu pela Lei nº 8.987/95 e 9.074/95, no governo de Fernando Henrique Cardoso. Estas leis estabelecem o livre mercado de geração de energia por concessão e permissão, desarticulando o monopólio estatal.

⁸ Fonte – EPE,2009

Condição fundamental para flexibilização foi a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEEL), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), e do Mercado Atacadista de Energia (MAE). São autarquias nacionais que foram criadas para dinamizar a estrutura energética brasileira.

O Governo Federal começou a perceber a importância da energia elétrica para o crescimento econômico, mas, ainda de modo muito tímido, as autarquias públicas começaram a funcionar, com poucas informações, e grandes trabalhos a serem apresentados.

Grande parte das concessionárias de energia elétrica foram privatizadas, houve concentração de informações do setor energético para as agências de controle. O Governo assim ficou sabendo o tamanho de seu parque de geração de energia e da possibilidade de interligá-los.

2.5.4 A gestão pública do setor energético

ANEEL (criada pela Lei 9.427/96) tem o papel regulatório específico para o setor energético, através de ouvidorias e fiscalizações – tanto no setor privado quanto no setor público. Fixando preços de tarifas e serviços, regulando lacunas da lei, e legislando em situações infralegais. A ANEEL cumpre um papel importante na economia – dinamizando a regulação da geração e transmissão de energia, e fiscalizando os setores responsáveis pela comercialização deste produto.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), criado pela Lei 10.848/04, é o órgão composto pelos agentes do Sistema Elétrico, que coordena e controla a operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da ANEEL.

MAE (Mercado Atacadista de Energia) podemos definir como um apêndice da ANEEL a fim de concretizar operações de compra e venda de energia elétrica, em leilões e outras especificidades, com registros de contratos bilaterais como órgão próprio; identificando restrições e penalidades, e padronizações de preços.

Outro parâmetro a ser considerado positivo é a interligação dos sistemas de produção de energia elétrica, diminuindo o risco da sazonalidade do abastecimento. Mesmo porque o parque energético brasileiro é composto principalmente por hidrelétricas, caracterizando a produção de energia elétrica da região Nordeste. A

sujeição da sazonalidade das chuvas para reabastecimento de seus reservatórios e produção de energia elétrica fica diminuída, devido a diferentes climas das regiões brasileiras.

2.5.5 Crise de racionamento de energia elétrica de 2001

O sistema de geração e interligação de energia não atendeu as expectativas do mercado, e a crise de 2001 foi um prognóstico já esperado. Apesar do esforço do Governo em criar toda uma estruturas para amparar o sistema energético, as agências reguladoras não atenderam as expectativas esperadas.

As principais causas para o racionamento foram os baixos níveis dos reservatórios dos lagos das hidrelétricas, baixo nível pluviométrico destes anos, e novamente a falta de investimentos do Governo no setor energético.

Outros fatores como: as eleições de 2002, a crise econômica da Argentina, e o atentado de 11 de setembro nos Estados Unidos refletiram no baixo empenho nacional (MELO, 2002).

Nesta crise, o Governo Federal emitiu 13 Decretos, 15 medidas provisórias, e a criação da GCE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica). A meta era consumir até 90% menos energia, pois o consumo suplantaria o fornecimento, e não haveria possibilidade de atender a demanda da região Nordeste.

Mais sacrificada do que as outras regiões, o Nordeste chegou a decretar feriados civis para economizar energia elétrica, influenciou as decorações de Natal e Ano Novo, e houve sobretaxa de energia para quem ultrapassasse os limites de consumo para a região. Estes limites eram não só para as residências, mas também para as indústrias e comércios.

A meta do Governo era sobretaxar o consumo, mesmo sabendo que isso iria influenciar no crescimento econômico da região. E assim o fez – tabela 3. A tarifa dada pela MAE que sobretaxou em até 25% do consumo a maior o que fosse consumido. Isso foi um verdadeiro desestímulo para o crescimento da economia nordestina.

Tabela 3 – Sobretaxa da energia elétrica

| Classe | Fornecimento | Meta | Tarifa de Ultrapassagem |
|------------------------|---------------------|--|---|
| Residencial | | até 200 kWh | isento de multa |
| | | 201 a 500 kWh | adicional de 50% sobre a tarifa de energia |
| | | Acima de 500 kWh | adicional de 200% sobre a tarifa de energia |
| Rural | | | adicional de 50% sobre a tarifa de energia |
| Cooperativas: | | | adicional de 50% sobre a tarifa de energia |
| Comercial e Industrial | baixa tensão | até 2.000 kWh | preço fixado GCE |
| | | Acima de 2.000 kWh | tarifa MAE |
| | média e alta tensão | até 5.000 kWh | preço fixado GCE (demanda contratada até 2,5MW) |
| | | Acima de 5.000 kWh | tarifa MAE (demanda contratada até 2,5MW) |
| | | tarifa MAE (demanda contratada acima de 2,5MW) | |

Fonte: ANEEL

Sobretaxando o consumo de energia elétrica o Governo promovia o aumento de preço dos bens de consumo; desde a indústria, passando pelo comércio, até o consumidor final de bens rivais. O efeito limitante no consumo de energia elétrica teve reflexos no crescimento econômico, e até na força de trabalho.

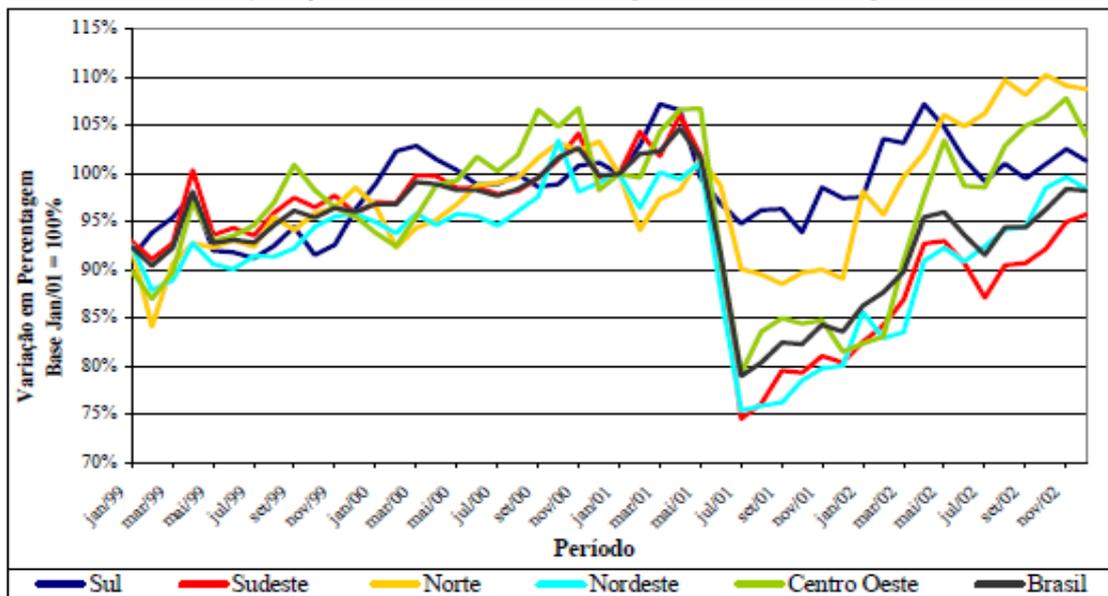
2.5.6 Efeitos do racionamento de energia elétrica nas regiões do Brasil

A região Sul não houve racionamento, e por conta disso a economia fiska mais estabilidade para seus consumidores de energia. A região Norte houve menor consumo absoluto, e pouco afetou o consumo total; de sorte que pouco oscilou no item de estabilidade de crescimento econômico.

A região Sudeste houve maior racionamento absoluto, com recuperação bem mais rápida do consumo; a vista do parque de facilidades desta região. A região Centro-Oeste houve uma retração do consumo em menor escala face às outras regiões, porém uma rápida recuperação nos períodos seguintes.

A região Nordeste foi grandemente afetada. Pois, após o racionamento não houve indicação do Governo para investimento no setor. A recuperação da região Nordeste foi lenta, até atingir patamares esperados das outras regiões – gráfico 08.

Gráfico 8 – Recuperação do Consumo de Energia Elétrica nas Regiões Brasileiras



Fonte: Eletrobrás

2.5.7 As influencias externas no período de racionamento

Influências externas são outros fatores a considerar; pois, geradores de energia a derivados de petróleo – além de serem poluidores, têm um gargalo inóspito dos países produtores, quando da variação de preços. A produção de energia a derivados de petróleo é mais cara e poluidora que as hidrelétricas.

O Brasil já domina a tecnologia de grandes reservatórios de veios d'água, na produção de turbinas geradoras, estações elevatórias de cursos d'água, e subestações de transmissões de energia elétrica, inclusive de transmissão de corrente contínua.

Desta forma, a produção de energia por hidrelétricas afasta a dependência de eletricidade do mercado externo, de forma que a iniciativa privada pode ter maior liberdade de investimento, ao consumo, e melhor preço. A energia elétrica brasileira tem preços altos de compra e venda em relação aos nossos vizinhos sul-americanos, que gira em média de R\$ 329,00/MWh para a indústria, isso não é um incentivo para o setor, resultando que o abastecimento ainda é um fator a ser consolidado, tabela 4.

Tabela 4 – Países Latino-americanos – Tarifa Média Industrial

| Países | Tarifa Média (R\$/MWh) |
|---------------|------------------------|
| Brasil | R\$ 329,00 |
| Chile | R\$ 320,60 |
| México | R\$ 303,70 |
| El Salvador | R\$ 295,30 |
| Colômbia | R\$ 190,70 |
| Uruguai | R\$ 179,70 |
| Equador | R\$ 117,40 |
| Argentina | R\$ 88,10 |
| Paraguai | R\$ 84,40 |
| Média | R\$ 197,50 |

Fonte: ANEEL,2008

Os preços da energia elétrica praticados no Brasil deveriam ter formas de incentivos a produção, comercialização, e ao consumo de bens e serviços, que utilizassem este insumo. Quando os preços são majorados por força de custo de produção ou racionamento – há uma quebra de estrutura produtiva, que influencia negativamente no crescimento econômico.

O preço praticado para a média industrial das economias dos países como: Brasil, Rússia, Índia, China, e África do Sul⁹ é um bom termômetro para entender melhor a moldura de posição em que o Brasil está assistido em relação aos preços praticados nestes países, tabela 5.

Tabela 5 – BRICS¹⁰ - Tarifa média Industrial

| Países | Tarifa Média (R\$/MWh) |
|-------------------------------|------------------------|
| Brasil | R\$ 329,00 |
| Índia | R\$ 188,10 |
| China | R\$ 142,40 |
| Rússia | R\$ 91,50 |
| Média de Rússia, Índia, China | R\$ 140,70 |

Fonte: ANEEL,2011

⁹ Ainda não existem dados para a África do Sul que entrou para o BRICS em 2011.

¹⁰ A idéia dos BRICs foi formulada pelo economista-chefe da Goldman Sachs, Jim O'Neil, em estudo de 2001, intitulado "Building Better Global Economic BRICs". Para a categoria, fixou-se a análise nos meios econômico-financeiros, empresariais, acadêmicos e de comunicação. Em 2011, por ocasião da III Cúpula, a África do Sul passou a fazer parte do agrupamento, que adotou a sigla BRICS, com S maiúsculo.

2.5.8 A distribuição e interligação dos sistemas geradores de energia elétrica

Outro ponto de grande repercussão no consumo e fornecimento de energia é a distribuição até o consumidor. Antes a distribuição era local, e a região Nordeste produzia energia para sua área. O sistema não era interligado com as outras regiões brasileiras. O Decreto da Presidência de 29 de novembro de 2000, interliga o Nordeste ao Sudeste, com a outorga dada à TSN - TRANSMISSORA SUDESTE NORDESTE S.A., concessionária de serviços públicos de transmissão de energia elétrica, para implantação, operação e manutenção da Interligação Sudeste – Nordeste. O sistema brasileiro de transmissão e geração de energia é interligado às grandes regiões de consumo, mas ainda existem regiões ainda não interligadas no norte do Brasil (EPE- ONS, 2011).

O sistema de integração e distribuição da energia nacional visa atender o país como um todo, de acordo com as normas e especificações alocadas anteriormente. De sorte que as concessionárias geradoras detêm a responsabilidade de atender o consumidor deste insumo, comprando o insumo de onde for mais disponível. Na grande parte das vezes, por leilões, promovidos por entidades governamentais próprias.

Por outro lado, face às intempéries de sazonalidades, o sistema de distribuição de energia nacional tem um dinamismo que aloca este insumo onde é carente. Isso se dá através do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), que gere o sistema com as concessionárias. Minimizando os riscos de escassez e sobras de energia elétrica, e por uma interligação por este sistema de distribuição de energia.

Fonte alternativa, como biodiesel e o álcool combustível, são promissores, mas ainda distante de preços competitivos. Este assunto é bem pesquisado no Brasil, que possui uma frota de carros movidos a álcool e gás natural, sendo referencia para mercados internacionais.

2.5.9 As perdas de energia elétrica

Perdas é outro entrave bastante difícil de serem suplantados no Brasil. Objeto de bastante estudo, as perdas são de importância negativa na produção de energia

elétrica, pois quanto maior as perdas, mais cara a energia elétrica, e conseqüentemente menos crescimento para o país.

Na Resolução da ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010, em vigor, artigo 94, Das Perdas na Transformação, comporta para serem computadorizada para fins de cobrança a maior em 1% nos fornecimentos em tensão superior a 44kV; e 2,5% nos fornecimentos em tensão igual ou inferior a 44kV, para compensar as perdas.

O fator de potencia é outro ponto importante para o cálculo das perdas na transmissão e distribuição da energia elétrica. Nesta seara, contabilizam-se custos adicionais a serem contabilizados pelas distribuidoras, conforme os artigos 96 e 97 da Resolução.

Neste caso, os próprios grandes consumidores é quem providenciam o equilíbrio entre a potência reativa e a real, a fim de diminuir os custos da energia elétrica consumida. Alocando bancos capacitores ou motores síncronos para o fornecimento destes reativos ao seu consumo de energia, consumindo menos potência aparente, e, conseqüentemente, menos potência total.

Fusíveis, linhas de transmissões, conexões, chaves de contatos são fatores de perdas, que são diagnosticados pelos consumidores e pelas operadoras do serviço, que podem ser diminuídas com a evolução tecnológica. Porém, afetam na distribuição ao consumidor, e é regulamentada pelas normas de cobranças, conforme metodologias próprias das Notas Técnicas nº 0014 e 0058/2011-SRD/ANEEL.

Notadamente, os sistemas de fornecimento de energia isolados são os que apresentam mais perdas, chegando a 40,5% em 2011. O Nordeste apresenta o maior percentual de perdas, chegando a 18,7% em 2011. A região que apresenta menor percentual de perdas e a Sul, com 13,5%. O SIN (Sistema Interligado Nacional) apresenta perdas altas, com 16,9%, enquanto o SEM (Sistema Elétrico Nacional)¹¹ apresenta 17,5%.

As perdas totais no Brasil ainda são altas, 75.78 GWh segundo pesquisa do SNI, e para a região Nordeste – 11.19GWh. O Nordeste ainda aporta as maiores

¹¹ Sistema Interligado Nacional – os sistema de geração e distribuição estão interligados, balanceando o sistema na sobra e na falta de energia. Sistema Elétrico Nacional – inclui o sistema interligado e os não interligados.

perdas percentuais entre as regiões, e que compreende estudos para diminuir este patamar, tabela 6.

Tabela 6 – Carga de energia, consumo e perdas totais nas regiões e sistemas isolados

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sistemas Isolados | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 1.395 | 1.475 | 1.515 | 1.321 | 1.383 |
| Consumo (GWh) | 7.827 | 8.283 | 8.075 | 6.837 | 7.207 |
| Perdas (%) | 35,9 | 36,1 | 39,1 | 40,9 | 40,5 |
| Norte | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 3.513 | 3.658 | 3.632 | 3.901 | 4.068 |
| Consumo (GWh) | 25.921 | 26.723 | 26.484 | 28.519 | 29.897 |
| Perdas (%) | 15,8 | 16,8 | 16,8 | 16,6 | 16,1 |
| Nordeste | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 7.316 | 7.485 | 7.686 | 8.318 | 8.401 |
| Consumo (GWh) | 51.639 | 54.126 | 54.439 | 59.572 | 59.847 |
| Perdas (%) | 19,4 | 17,7 | 19,1 | 18,3 | 18,7 |
| Sudeste/Centro-Oeste | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 31.284 | 32.001 | 32.135 | 34.998 | 36.220 |
| Consumo (GWh) | 228.646 | 233.440 | 229.780 | 250.822 | 261.613 |
| Perdas (%) | 16,6 | 17,0 | 18,4 | 18,2 | 17,6 |
| Sul | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 8.372 | 8.660 | 8.761 | 9.373 | 9.832 |
| Consumo (GWh) | 62.996 | 65.900 | 65.528 | 69.934 | 74.470 |
| Perdas (%) | 14,1 | 13,4 | 14,6 | 14,8 | 13,5 |
| SIN - Sistema Interligado Nacional | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 50.485 | 51.804 | 52.214 | 56.591 | 58.521 |
| Consumo (GWh) | 369.203 | 380.189 | 376.231 | 408.846 | 425.826 |
| Perdas (%) | 16,5 | 16,5 | 17,7 | 17,5 | 16,9 |
| SEN - Sistema Elétrico Nacional | | | | | |
| Carga de Energia (MWmédio) | 51.879 | 53.279 | 53.729 | 57.912 | 59.904 |
| Consumo (GWh) | 377.030 | 388.472 | 384.306 | 415.683 | 433.034 |
| Perdas (%) | 17,0 | 17,0 | 18,3 | 18,1 | 17,5 |

Nota: Consumo cativo + livre

Fonte: ONS e Distribuidoras; elaboração EPE

2.6 Evidências empíricas preliminares

O Plano Anual da Operação Energética (PEN 2011) para o período 2010 a 2015 foi elaborado pela EPE, a fim de saber e divulgar perspectivas da demanda de energia elétrica (consumo e carga). Foi conduzido paralelamente a este estudo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE). O interesse do Governo Federal Brasileiro é saber a melhor forma de adaptar o crescimento econômico ao consumo crescente de energia elétrica no país.

A tabela 7 formaliza o consumo de energia elétrica entre 2007 a 2011, em classes. O setor industrial é responsável por 42,4% do consumo, acompanhado do setor residencial com quase 30%, e do setor comercial com 17%.

Tabela 7 – Consumo total por classe e no Brasil (GWh)

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | $\Delta\%$ (2011/10) | Part. % (2011) |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------|
| <i>Brasil</i> | 377.030 | 388.472 | 384.306 | 415.683 | 433.034 | 4,2 | 100,0 |
| Residencial | 89.885 | 94.746 | 100.776 | 107.215 | 111.971 | 4,4 | 25,9 |
| Industrial | 174.369 | 175.834 | 161.799 | 179.478 | 183.576 | 2,3 | 42,4 |
| Comercial | 58.647 | 61.813 | 65.255 | 69.170 | 73.482 | 6,2 | 17,0 |
| Rural | 17.269 | 17.941 | 17.304 | 18.906 | 21.027 | 11,2 | 4,9 |
| Poder público | 11.178 | 11.585 | 12.176 | 12.817 | 13.222 | 3,2 | 3,1 |
| Iluminação pública | 11.083 | 11.429 | 11.782 | 12.051 | 12.478 | 3,5 | 2,9 |
| Serviço público | 12.441 | 12.853 | 12.898 | 13.589 | 13.983 | 2,9 | 3,2 |
| Próprio | 2.158 | 2.270 | 2.319 | 2.456 | 3.295 | 34,2 | 0,8 |

Fonte- EPE, 2011

Nas regiões, o consumo de energia elétrica mais da metade nacional é da região Sudeste, seguida pela região Sul e Nordeste – tabela 8. O crescimento do consumo em um lustro, a região Sul cresceu 15,41%, o Nordeste cresceu 13,28%, e a região Sudeste cresceu 10,35%, tabela 8.

Tabela 8 – Consumo total por região geográfica (GWh)

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | $\Delta\%$ (2011/10) | Part. % (2011) |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------|
| <i>Brasil</i> | 377.030 | 388.472 | 384.306 | 415.683 | 433.034 | 4,2 | 100 |
| Região Norte | 22.850 | 23.873 | 24.083 | 26.237 | 27.777 | 5,9 | 6,4 |
| Região Nordeste | 62.367 | 65.103 | 65.244 | 71.197 | 71.914 | 1,0 | 16,6 |
| Região Sudeste | 206.785 | 209.944 | 204.555 | 222.005 | 230.668 | 3,9 | 53,3 |
| Região Sul | 62.996 | 65.900 | 65.528 | 69.934 | 74.470 | 6,5 | 17,2 |
| Região Centro-Oeste | 22.031 | 23.652 | 24.896 | 26.310 | 28.205 | 7,2 | 6,5 |

Fonte – EPE, 2011

As residências comportam o consumo gerido pelas concessionárias, porém as indústrias podem autoproduzir ou mesmo haver cogeração de energia elétrica. Fatos desta natureza requerem melhor acompanhamento por outros índices econômicos para melhor explicação do crescimento econômico.

Notadamente o Brasil tem sua energia elétrica vinda de hidrelétricas em torno de 80,4% (EPE,2011), sujeitas a sazonalidades das chuvas e veios d'águas. A interligação de sistemas de geração de energia elétrica é uma versátil criação para atender aos 27 estados sem deixar faltar este insumo nestes locais. Por outro lado, a iniciativa privada aponta como produtor e consumidor deste insumo (que pode não passar por este sistema de interligação), onde há a possibilidade de venda de excedentes deste insumo para o sistema interligado de fornecimento de energia e possível venda no mercado interno.

Políticas externas internacionais são agressivas ao lidar com o crescimento econômico. Países emergentes – como o Brasil, tem mais notoriedade por ter as fontes de energia não diretamente vinculada ao petróleo, ter uma forma de energia renovável, ser limpa, e de ter grande potencial para a produção de energia pelas vias hidráulicas das forças das águas.

Por outro lado, a geração de energia elétrica para a região Nordeste tem uma geração de 67.141GWh, contra um consumo de 71.914 GWh, tabela 9. Apresenta um notório desequilíbrio de 4.773 GWH, que é importada de outras regiões do país – Norte e Sudeste.

Ressalta-se a produção da região Sul do Brasil, que é interligada aos países: Argentina, Uruguai, e Paraguai (ONSE, 2011). Neste caso, o Brasil compra o excedente dos países vizinhos – via região Sul, por interligações com dos sistemas daqueles países.

Tabela 9 – Geração elétrica por região geográfica no Brasil (GWh)

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | $\Delta\%$ (2011/10) | Part. % (2011) |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------|
| <i>Brasil</i> | 445.044 | 463.120 | 462.976 | 515.799 | 532.872 | 3,3 | 100 |
| Regiões Geográficas | | | | | | | |
| Norte | 49.261 | 57.691 | 62.600 | 63.434 | 68.145 | 7,4 | 12,8 |
| Nordeste | 65.430 | 51.261 | 60.186 | 61.077 | 67.141 | 9,9 | 12,6 |
| Sudeste | 157.268 | 173.453 | 169.390 | 189.164 | 182.038 | -3,8 | 34,2 |
| Sul | 113.431 | 126.179 | 121.756 | 142.206 | 153.743 | 8,1 | 28,9 |
| Centro-Oeste | 59.654 | 54.535 | 49.044 | 59.918 | 61.805 | 3,2 | 11,6 |

Fonte: ONSE, 2011

2.7 Previsão de consumo de energia elétrica

Problemas estruturais e suas possíveis soluções são de grande valia para ordenar as perspectivas de crescimento econômico. O apoio logístico energético é compilado para tomada de decisão na vinda de investimentos externos. Por conta disso, a EPE lança boletins e artigos prevendo a carga provável do consumo de energia elétrica, no intuito de prever adequações futuras. Esta empresa pública fez uma projeção do consumo de energia de 2010 a 2015, como uma perspectiva de bem servir a demanda do por vir.

Conforme tabela 10, a seguir, a capacidade instalada do SIN deverá evoluir de 107.990 MW, existentes em 31/12/2010, para 137.860 MW, em 31/12/2015 - aumento de 29.870 MW, aproximadamente 28%, com produção bem diversificada, entre hidráulica e térmica.

Tabela 10 – Evolução da Potência Instalada no SIN (MW) - 31/dez/2010

| TIPO | 2010 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | | |
|-----------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| | MW | % | MW | MW | MW | MW | MW | % | |
| Hidráulica | 68.857 | 63,8 | 70.106 | 72.211 | 74.608 | 75.742 | 80.499 | 58,4 | |
| Térmicas | nuclear | 2.007 | 1,9 | 2.007 | 2.007 | 2.007 | 2.007 | 2.007 | 1,5 |
| | GN | 9.059 | 8,4 | 9.186 | 9.186 | 9.979 | 9.979 | 9.979 | 7,2 |
| | GNL | 204 | 0,2 | 204 | 1.077 | 2.201 | 2.201 | 2.201 | 1,6 |
| | carvão | 1.415 | 1,3 | 2.485 | 3.205 | 3.205 | 3.205 | 3.205 | 2,3 |
| | óleo | 2.976 | 2,8 | 3.669 | 4.789 | 8.942 | 8.942 | 8.942 | 6,5 |
| | diesel | 1.236 | 1,1 | 1.135 | 909 | 971 | 971 | 971 | 0,7 |
| | outros | 257 | 0,2 | 749 | 749 | 749 | 749 | 749 | 0,5 |
| | TOTAL | 17.154 | 15,9 | 19.435 | 21.922 | 28.054 | 28.054 | 28.054 | 20,3 |
| PCHs | 3.513 | 3,3 | 4.009 | 4.229 | 4.359 | 4.359 | 4.441 | 3,2 | |
| Biomassa | 4.320 | 4,0 | 5.168 | 6.265 | 6.468 | 6.483 | 6.523 | 4,7 | |
| Eólicas | 826 | 0,8 | 1.434 | 3.200 | 5.248 | 5.248 | 5.248 | 3,8 | |
| Itaipu 60 Hz (Brasil) | 7.000 | 6,5 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 5,1 | |
| Capacidade Instalada | 101.670 | 94,3 | 107.152 | 114.827 | 125.737 | 126.886 | 131.765 | 95,5 | |
| Itaipu 50 Hz (Paraguai) | 6.320 | 5,9 | 6.275 | 6.230 | 6.185 | 6.140 | 6.095 | 4,4 | |
| Total disponível | 107.990 | 100 | 113.427 | 121.057 | 131.922 | 133.026 | 137.860 | 100 | |

OBS: (*) Outros se refere a Cocal, PIE-RP, Cisframa, Sol e Do Atlântico.

Fonte: EPE, 2011

Espera-se um crescimento 28% do consumo de energia elétrica nacional de 2010 a 2015, impactando no PIB nacional de forma positiva. As previsões de carga de acordo com o cenário de projeção de crescimento do PIB, a uma taxa de 4% em 2011 e 5% ao ano entre 2012 a 2015;

Máquinas mais modernas, autogeração e cogeração são esforços correlatos de geração e consumo de energia elétrica. Neste período, a previsão de consumo de residências irá somar 18%, e o setor indústria de aumentar o consumo de mais

20%. O Nordeste, em igual período, vai somar mais 20% em seu consumo de energia elétrica total, segundo esta previsão.

A expectativa de que novas usinas integrem o sistema até 2015 para o Nordeste são as mesmas de 2012 e 2013. A minúscula distinção faz-se as PCTs (Pequenas Centrais Termelétricas), que terá um aumento de 15% para o período.

Tabela 11 – Evolução da Potência Instalada no Nordeste (MW) - 31/dez/2010

| TIPO | 2010 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | MW | % | MW | MW | MW | MW | MW | % |
| Hidráulica | 10.841 | 68,8 | 10.841 | 10.841 | 10.841 | 10.841 | 10.841 | 41,1 |
| Térmica | Nuclear | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | GN | 2.093 | 13,3 | 2.093 | 2.093 | 2.093 | 2.093 | 8,0 |
| | GNL | 0 | 0,0 | 0 | 309 | 309 | 309 | 1,2 |
| | Carvão | 0 | 0,0 | 720 | 1.080 | 1.080 | 1.080 | 4,1 |
| | Óleo | 1.156 | 7,3 | 1.849 | 3.137 | 6.782 | 6.782 | 25,7 |
| | Diesel | 627 | 4,0 | 526 | 526 | 526 | 526 | 2,0 |
| | Outros | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| TOTAL | 3.876 | 24,6 | 5.188 | 7.145 | 10.790 | 10.790 | 10.790 | 41,0 |
| PCHs | 105 | 0,7 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0,4 |
| PCTs (biomassa) | 307 | 1,9 | 373 | 418 | 418 | 418 | 418 | 1,6 |
| Eólicas | 632 | 4,0 | 832 | 2.389 | 4.191 | 4.191 | 4.191 | 15,9 |
| Total | 15.761 | 100,0 | 17.344 | 20.903 | 26.350 | 26.350 | 26.350 | 100,0 |

Fonte: EPE, 2011

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contribuições teóricas sobre o tema

A relação entre consumo de energia elétrica e crescimento econômico tem sido um tema de debate na literatura contemporânea por isso constitui um tema acadêmico importante para ser investigado empiricamente. Neste trabalho, optou-se por estudar o tema num contexto da economia da região Nordeste com a perspectiva de realização de dissertação de Mestrado e contribuição para a discussão no Brasil. Nesta seção, faz-se uma revisão das principais contribuições teóricas que tem sido feitas nesta área de pesquisa.

As discussões acadêmicas na literatura sobre a relação de causalidade entre o consumo de energia e o crescimento econômico podem ser agrupadas em quatro seguimentos (GURGUL E LACH, 2011).

- (i) Uma posição de causalidade unidirecional que defende a importância do uso de energia para o crescimento econômico, implicando que os cortes e racionamentos de energia causam restrições ao crescimento econômico;
- (ii) Uma segunda linha defende a relação de causalidade do crescimento do PIB para o consumo de eletricidade, levando à defesa de que políticas conservadoras de consumo de energia não têm repercussão significativa no crescimento econômico;
- (iii) Relação causal bidirecional entre o consumo de eletricidade e crescimento econômico, significando que o consumo de energia elétrica e crescimento econômico estão mutuamente relacionados;
- (iv) E a não existência da relação entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico, que seria uma hipótese menos provável, mas testadas na literatura.

Neste trabalho, analisa-se a causalidade do consumo de energia elétrica entre mais de uma vintena (1991 a 2012), pela estrutura multivariada de Engle-Granger (1987), e se existe colinearidade entre os dois itens analisados, usando o teste de Johansen e Juselius (1990), de forma a saber se há causalidade entre o

crescimento econômico e o consumo de energia elétrica desagregada, na região do Nordeste.

A causalidade de Engle-Granger é bidirecional, ou seja, comporta o estudo de ser a energia elétrica importante para o crescimento econômico (caso positiva) ou de não haver dependência do consumo de energia elétrica para o crescimento econômico (caso contrário). Pode haver ainda a bicausalidade ou simultaneidade – caso em que há influência simultânea de um parâmetro no outro; e independência, caso em que não há influências entre as series temporais estudadas no período de tempo estudado.

Os estudos neste setor são recentes. Vêm sendo feitos em vários países e têm mostrado a sua importância para a tomada de decisão em políticas públicas nos casos em que têm se demonstrado a importância do consumo de energia elétrica para o crescimento das economias.

Granger (1987) sugeriu haver uma correlação entre co-integração e erro correlacionado a um modelo, estendendo para estimação e teste empíricos. Antes, as series temporais devem ser testadas quanto a estacionariedade (a média, variância e covariância devem ser invariantes no tempo). Justificando a prever o futuro pelo passado, através de informações de series temporais e sua relevância entre duas variáveis. De sorte que, uma série temporal estacionária X causa pode se relacionar no sentido Granger com outra serie estacionária Y, se previsões estatísticas de Y puderem ser obtidas ao incluírem-se valores defasados de X aos valores defasados de Y. A expansão desse modelo pode ser apreciada mais em detalhe no capítulo de metodologia.

As agências de estudos energéticos no mundo vêm acompanhando os trabalhos de pesquisadores nessa área, através de publicações de artigos relacionando crescimento econômico e consumo de energia elétrica, utilizando o estudo feito por Engle-Granger(1987). Diferentes países e/ou regiões têm diferentes comportamentos em relação ao consumo de energia elétrica e crescimento econômico. Uma vez que os investimentos neste setor não são rápidos, e comporta um custo de venda deste produto competitivo para haver incentivos ao crescimento. Produtos que utilizam a energia elétrica são bens rivais, e são necessários à indústria, ao comércio, e às residências. Veja-se, por exemplo, as conclusões a que chegaram vários estudos a esse respeito.

Mozumder e Marathe (2005) analisaram o comportamento do PIB per capita e o consumo de energia per capita em Bangladesh, entre 1971 a 1999. Os resultados mostraram uma relação negativa entre o consumo de energia e o crescimento do PIB. No artigo, são apresentadas análises gráficas dos comportamentos das séries temporais, porém não foram encontradas evidências de causalidade entre as duas séries temporais para Bangladesh. No período apresentado, as autoras citam trabalhos de Ugur Soytaş, Ramazan Sari (2003), que estudou a causalidade entre o consumo de energia e o PIB para o G-7¹², e 10 países emergentes, excluindo a China.

Narayan P. - Singh, B. – 2006, estudou o comportamento da pequena economia das ilhas Fiji, entre os anos de 1970 a 2000. Foi identificado que há causalidade entre a força de trabalho e o consumo de energia, com forte evidência do crescimento econômico. Apesar da instabilidade política vivenciada naquela ilha, foram encontradas evidências de causalidade entre o consumo de energia e crescimento econômico. Os autores citam ALTINAY, Galip, Erdal Karagol (2005), entre outros, quando discute o trabalho feito na Turquia na janela temporal de 1950 a 2000, e a constatação da evidência da relação entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico.

Gurgul H. - Lach Lukasz (2012), estudou o comportamento de evidências de causalidade entre o consumo de energia e crescimento econômico na economia da Polónia, entre 2000 a 2009, usando o teste de causalidade de Engle-Granger. Pela análise, constata que é robusta a causalidade entre a energia para o crescimento. Porém no ano de 2008 houve uma crise econômica, e isso foi analisado como obstáculo ao crescimento econômico, constatando isso pela série temporal daquele ano, não dando um resultado satisfatório pela metodologia utilizada. Averiguou que o impacto foi percebido entre o consumo energia industrial é causador da geração de emprego, mas não no PIB; que tem uma correlação com a crise vivenciada naquele período. Eles citam Narayan P. - Singh, B. (2006) com referência no seu trabalho, e sua contribuição para a pesquisa nas ilhas Fiji.

De um modo geral, os pesquisadores citam uns e outros nos desenvolvimentos das pesquisas. Muitos países pesquisados têm dados para a pesquisa de entes governamentais, de grande valia para os pesquisadores que tem

¹² Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e o Canadá

dados secundários confiáveis. Os países da OCDE¹³ comportam-se com importante o relacionamento entre o crescimento econômico e o consumo de energia elétrica. Por outro lado, existe crescimento econômico mesmo sem esta ingerência da energia elétrica. Há setores da economia que apresenta necessidade ao consumo, outros menos, guardadas as devidas proporções. A indústria, no caso do Nordeste, mostra-se grande consumidora para este insumo, mas depende do preço do custo de produção da energia elétrica para haver incentivo ao setor industrial, por parte dos entes federados. A agropecuária mostra-se como consumidora deste insumo, porém de pouca monta. Pois a principal força neste setor são o solo e o clima.

Ribemboim e Ferreira Irmão (2008), em um trabalho extenso feito para a CHESF e a ANEEL, na região Nordeste, justificam também a importância da energia elétrica como compromissada ao desenvolvimento nos meios rurais (fator de desenvolvimento na promoção rural) que passam a ser eletrificados com a ajuda do Programa Luz para Todos, do Governo Federal Brasileiro (RIBEMBOIM E FERREIRA IRMÃO, 2008).

Estes autores fizeram uma extensa pesquisa em comunidades rurais em todos os estados do Nordeste e chegaram à conclusão de que a chegada da energia elétrica nessas comunidades serviu de alavanca para o crescimento econômico na forma de pequenos negócios, irrigação de produção agrícola, expansão de atividades não agrícolas, e emprego no campo. Ademais, os autores desenvolveram modelos de aumento da produção com base na energia que proporcionam a elevação na renda das famílias nessas comunidades.

3.2 Fundamentos Teórico-metodológicos

3.2.1 Materiais e métodos

Os dados das séries temporais foram obtidos nos sítios cibernéticos oficiais: a força de trabalho no Ministério do Trabalho e Emprego, o consumo de energia elétrica foram obtidos na Empresa de Pesquisa Energética, e a produção física industrial por tipo de índice e seções e atividades industriais por tipo de índice e seções e atividades industriais em dados reais foi obtido no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os dados das séries temporais

¹³ OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

utilizados para os testes da pesquisa são mensais, e seguem os meses de janeiro de 1991 a julho de 2012, para as séries de consumo de energia e produção física industrial; e janeiro de 1997 a julho de 2012, para a série força de trabalho.

Os métodos e testes econométricos foram utilizados para o propósito de caracterizarem de forma objetiva a hipótese deste trabalho. A partir dos dados obtidos nos sítios oficiais, os gráficos foram analisados para efeitos comparativos, na defesa de estabelecer uma evidencia de previsibilidade de testes a serem feitos.

A análise do Teste de Raiz Unitária é precoce aos testes de Johanson e Juselius (1990) e de Engle-Granger (1987). Pois, deve-se estabelecer se as séries temporais são dados aleatórios ou estacionários, para servirem de propósitos aos outros testes.

Os testes de Johanson e Juselius (1990) e de Engle-Granger (1987) são complementares. O primeiro vai dizer se existe co-integração entre duas series temporais, e o outro se existe casualidade. Importando em atender a hipótese do trabalho e confirmar os objetivos específicos.

3.2.2 Séries temporais

O comportamento das séries temporais é de fundamental importância para o desenvolvimento de pretensões estatísticas. O zelo que afeta a composição de dados é o conforto que os números para averiguações de seus comportamentos serem considerados significativos, que retratem um fato existente, e guardem significados relevantes para a estatística.

Conceituando, as séries temporais são um conjunto de dados que tipificam a memória de acontecimentos. As séries temporais prestam-se para entendimento do comportamento de fatos acontecidos em determinada época. A significação do comportamento destes dados é dada pelo pesquisador, a partir de bases e fontes literárias. A princípio, este conjunto de dados deve descrever um acontecimento para fins de utilidade estatística. Dados aleatórios não servem para convalidar razões de comportamento que possam levar a uma predição de um trabalho estatístico. O exame de séries temporais visa estabelecer parâmetros para apreciação de entendimentos futuros. Para estatística, as series temporais traduzem um comportamento de fatos apresentados em um determinado período. Dados

aleatórios seguem caminhos diversos, sem abordar um comportamento de expressão e conformidade para fins estatísticos compromissados com pesquisas.

3.2.3 Séries temporais estocásticas

A primeira fase de análise de séries temporais previne-se fazer um gráfico com os dados para o melhor entendimento da serie temporal. A partir do gráfico, analisam-se as tendências da curva, e a predisposição de análises e testes estatísticos.

As séries estocásticas são as que merecem atenção por parte da estatística. Uma série temporal estocástica é estacionária quando a média e variância 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, 2004). Então pode ser possível entender que – num processo estocástico – em cada período t pode-se definir possíveis valores que a série temporal pode assumir. E desta forma – podem-se aceitar predições de acontecimentos de efeitos estatísticos.

3.2.4 Séries temporais estocásticas estacionárias

Em todo o processo de experimentos e cálculos estatísticos, busca-se dados numéricos representativos de um acontecimento. Nesta linha, as series temporais são utilizadas para situar o comportamento destes fatos, e os possíveis prognósticos que os cálculos estatísticos podem convalidar. E a série temporal estocástica é que poderá servir para ser utilizadas pela estatística e prováveis prognósticos. Por outro lado, a de ser caracterizado o processo de averiguação para a serie temporal ser considerada estocástica.

O processo estocástico estacionário é definido se suas medias e variâncias 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. Pode-se entender que:

$$\text{Média: } E(Y_t) = \mu$$

$$\text{Variância: } \text{VAR}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$$

$$\text{Covariância: } \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$$

Em que γ_k , a covariância (autocovariância) na defasagem k , é a covariância entre os valores de Y_t e Y_{t-k} , ou seja, entre dois valores de Y separados por k períodos. Se $k=0$, obteremos γ_0 , que é simplesmente a variância $Y(\sigma^2)$; $k=1$, γ_1 é a covariância entre dois valores adjacentes de Y .

Mudando a origem de Y e Y_t para Y_t e Y_{t+m} . Caso Y_t for estacionária, a média, a variância e as autocovariâncias de Y_{t+m} devem ser iguais às de Y_t . Ou seja, se uma série temporal for estacionária, sua média, variância e autocovariância (a defasagens diversas) permanecem as mesmas, independente do período de tempo em que sejam medidas.

Para saber se uma série temporal é estacionária e sua eventual possibilidade de ser usada em cálculos estatísticos, faz-se necessário o Teste de Raiz Unitária. Neste teste, será calculada a média, variância e autocovariância da série temporal com defasagens diversas. E o resultado possibilitará o uso ou descarte estatístico do conjunto de dados.

3.3 Teste de Raiz Unitária

O Teste de Raiz Unitária é o teste estatístico que pode revelar a estacionariedade da série temporal. O modelo a ser utilizado para caracterizar o teste comporta o seguinte modelo:

$$Y_t = Y_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

Colocando para primeira diferença, em que $\delta = (\rho - 1)$, teremos:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (3)$$

Em que a hipótese nula é $\delta = 0$, porque $\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = \mu_t$

Caso uma série temporal seja diferenciada uma vez, e os testes indicarem que uma vez diferenciada seja estacionária, dizemos que a série temporal (com caminho aleatório) é integrada de primeira ordem. E assim a série temporal pode ser diferenciada d vezes até que os testes a considere estacionária.

Os pacotes estatísticos dão os valores críticos absolutos por métodos criados por Dickey-Fuller e MacKinnon, a fim de considerar uma série estacionária.

Se o valor absoluto calculado da estatística T (isto é $|T|$) excede os valores absolutos T de DF ou de MacKinnon-DF, então não rejeitamos a hipótese de que a dada série temporal tenha pelo menos uma raiz unitária. Neste caso, a série temporal é considerada estacionária desde a origem.

Se o valor absoluto for menor que o valor crítico, então rejeitamos a hipótese de que a dada série temporal tenha pelo menos uma raiz unitária. Neste caso, a série temporal não é considerada estacionária para aquela diferenciação. E, a depender do pesquisador e do trabalho a ser realizado, poderá ser feitas outras diferenciações, até verificar-se a estacionariedade.

Os pacotes estatísticos versam sobre o teste Aumentado de Dickey-Fuller (ADF), onde se usa termos como interceptos e variáveis defasados.

As regressões nestes casos são rodadas para:

$$\Delta Y = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

$$\Delta Y = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

$$\Delta Y = \beta_1 + \beta_{2t} + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

Fazendo agora para n defasagens, temos:

$$\Delta Y = \beta_1 + \beta_{2t} + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_1 \quad (7)$$

Onde os termos defasados são:

$$\Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}; \quad (8)$$

$$\Delta Y_{t-2} = Y_{t-2} - Y_{t-3} \quad (9)$$

Em que β são os interceptos das variáveis dependentes, e ε são os termos de erros autocorrelacionados. Aplicando o modelo às séries, se $\delta = 0$ ou $\rho = 1$, teremos a hipótese nula; e Y é não estacionária; ou melhor, existe uma raiz unitária. Caso $\delta \neq 0$ ou $\rho \neq 1$, rejeita-se a hipótese nula, e a série temporal é considerada estacionária desde a origem ao nível de defasagem testada.

3.3.1 Cointegração

As séries temporais podem condicionar-se a processos para mostrar uma integração entre elas, mesmo que sejam não estocásticas, combinando as duas regressões, de forma que:

$$u_t = X_t - \beta_1 - \beta_2 Y_t \quad (10)$$

Onde u_t é a combinação linear das duas séries temporais que se quer relacionar pela diferença; β_2 é o parâmetro de cointegração. As séries devem estar na mesma ordem de integração (defasagem) – ou consideradas na mesma defasagem para ser feito o teste. E se – nesta mesma defasagem houver integração, pode-se concluir que as séries são cointegradas – ou “estão na mesma onda”, caso exista um vetor de cointegração entre elas - Johansen e Juselius (1990).

Isso quer dizer que as informações das séries temporais fazem sentido, e ao longo do tempo não se perde qualquer informação valiosa. Então, pode haver vetores nas séries temporais que vertam no mesmo sentido, dando uma sequencia maior para a análise dos dados. Embora séries temporais possam ter rumos aleatórios, a combinação entre elas podem ser cointegrantes – verificada através destes vetores.

Em síntese, quando se tem uma série de dados temporais, o pesquisador averigua a hipótese de estimar dados futuros. A predição estatística de composição de dados confiáveis é de importância para a sustentação de políticas públicas, investimentos públicos e privados; e, sobretudo de persuasão na administração das predições de pesquisas e suas consecuições. Por outro lado, os dados nem sempre têm comportamentos adequados a fim de serem analisados para resultados satisfatórios.

Desta feita, os dados temporais são tratados de forma a serem compatíveis com outras memórias de dados e conclusões gerais. E, quanto mais complexa uma economia, mais complexa a explicação para o crescimento econômico e predições estatísticas.

Daí, métodos comparativos utilizando séries temporais serem de importância para economia, e as metodologias para explicar os comportamentos de series temporais – embora de naturezas dispares – serem relevantes e francamente utilizados em planejamento de políticas publicas.

3.3.2 Causalidade de Granger

Os testes analisados até agora visam saber o comportamento de dados retirados de observações numéricas feitas em um determinado tempo por entidades oficiais. E as regressões entre estas séries são estudadas para explicar a versatilidade destas séries temporais em explicar os fenômenos ocorridos, e a possibilidade futura desta predição. De sorte que as regressões genéricas não implicam ser uma série temporal causa de outra. O teste feito por Granger mostra a influencia de uma série temporal em outra – numa relação causa e efeito.

Uma variável dependente por uma regressão $X(t)$ poderá dar causa a outra variável dependente $Y(t)$ comparada. Conclui-se que mudanças em $X(t)$ devem preceder mudanças em $Y(t)$; ou melhor, mudanças para $X(t)$ poderá melhorar predição para $Y(t)$. Neste teste, prova-se estatisticamente a direção de causalidade (causa – efeito) entre duas séries estatísticas.

Granger sugere que com uma base de dados e feitas regressões, duas variáveis dependentes $X(t)$ e $Y(t)$ se afetem em defasagens distribuídas. Então $X(t)$ pode afetar $Y(t)$, ou melhor, $X(t)$ pode causar Granger $Y(t)$; nestes termos pode haver realimentação entre as duas variáveis, ou serem interdependentes, de acordo com a base de dados das regressões das variáveis dependentes.

Provando-se o direcionamento entre causa e efeito entre duas séries temporais, seguir-se-á um forte instrumento para o pesquisador entender a direção em que os fenômenos acontecem.

O modelo sugere que de posse das regressões de duas variáveis $Y(t)$ e $X(t)$:

$$Y_t = \sum \alpha_i X_{t-i} + \sum \beta_j Y_{t-j} + u_{1t} \quad (11)$$

$$X_t = \sum \lambda_i Y_{t-i} + \sum \delta_j X_{t-j} + u_{2t} \quad (12)$$

O modelo condiciona que as duas regressões não apresentem correlações com os resíduos u_{1t} e u_{2t} . O teste verifica que a causalidade pode ser entendida como:

- a) Unidirecional – de $Y \rightarrow X$ – quando $\sum \delta_j \neq 0$ e $\sum \alpha_i = 0$. Ou seja, os coeficientes defasados sobre X_t forem estatisticamente diferente de 0 na

série como um grupo na regressão para X_t ; e igual a 0 para a série na regressão Y_t .

- b) Unidirecional - de $X \rightarrow Y$ – quando $\sum \alpha_i \neq 0$ e $\sum \delta_j = 0$. Ou seja, os coeficientes defasados sobre X_t forem estatisticamente diferente de 0 na série como um grupo na regressão para Y_t ; e igual a 0 para a série na regressão X_t .
- c) Quando há realimentação (causalidade bidirecional) - de $Y \rightarrow X$ e de $X \rightarrow Y$ – quando os coeficientes $\sum \alpha_i \neq 0$ e $\sum \delta_j \neq 0$. Em que para ambas as regressões os coeficientes são diferentes de 0 .
- d) E há independência, quando os coeficientes $\sum \alpha_i$ e $\sum \delta_j$ não são significativos para ambas as regressões.

4 METODOLOGIA EMPÍRICA

4.1 Fontes de Dados Utilizados

Os dados das series temporais foram selecionados nos sítios cibernéticos oficiais do Banco Central do Brasil (BACEN), da Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As séries temporais analisadas nos testes econométricos são do período de janeiro de 1991 a junho de 2012.

Salienta-se que neste trabalho foram analisadas as curvas em períodos maiores, para melhor compreensão do problema de pesquisa, porém os testes foram feitos na mesma janela de tempo para as duas séries temporais.

Utilizou-se a produção física industrial por itens em dados reais para a região Nordeste como representativa do crescimento econômico regional do Nordeste.

O consumo de energia é o total consumido em GWh (Giga Watt hora) na região Nordeste em iguais períodos da produção física industrial.

A força de trabalho é dada pelo índice de empregos formais para a região Nordeste, sendo esta série não foi contabilizada para fins de cálculos econométricos, porém para compreensão d alinha de raciocínio.

As limitações deste estudo versam sobre 258 observações mensais nas duas séries temporais utilizadas, embora tenham dados do consumo de energia elétrica mensal a partir de 1970.

A considerar o período inflacionário entre 1980 a 1990, com trocas de moedas, que é tão nocivo ao crescimento econômico. Considera-se, também, o período de racionamento de energia em 2001 que influenciou – diretamente o consumo de energia elétrica – afetando o comercio e indústria.

Feitas estas considerações, os dados foram testados e analisados conforme os modelos econométricos no soft estatístico do Eviews 7¹⁴.

¹⁴ EIEWS 7, soft de previsão, estatística e ferramentas de modelagem orientada a objetos, software e baseado no Windows econométrico, livre trinta dias para o uso.

4.1.1 Metodologia dos dados das séries temporais

A metodologia das séries temporais está descritas em memoriais nos livros seguintes: IBGE, **PESQUISA MENSAL DE EMPREGO**, 2ª edição, livro 23, Rio de Janeiro, 2007, neste caso para a força de trabalho.

A produção física industrial do Nordeste – são escritos no livro 31, do IBGE, com o título: **INDICADORES CONJUNTURAIS DA INDÚSTRIA – PRODUÇÃO**, Rio de Janeiro, 2004.

No caso do consumo de energia elétrica é descrita a metodologia na **RESOLUÇÃO ANEEL Nº 414**, (CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA), Celpe, 2010, distribuída pela ANEEL às concessionárias.

4.2 Modelos econométricos

4.2.1 Teste de Raiz Unitário

O Teste de Raiz Unitário, para as duas séries temporais: energia consumida (GWh), e da produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais (PIN-PF). O teste é aplicado pelo modelo genérico para as duas séries temporais, desta forma temos:

$$GWh_t = GWh_{t-1} + \mu_t \quad (13)$$

$$PIN-PFY_t = PIN-PFY_{t-1} + \mu_t \quad (14)$$

4.2.2 Teste de JOHANSEN E JUSELIUS (1990) DE COINTEGRAÇÃO

O modelo econométrico para este teste é dado como seguem as séries temporais da energia consumida (GWh) e do crescimento econômico PIN-PF para o Nordeste, em que vão ser testadas as séries temporais num só modelo. O *soft* será o Eviews 7 , então, tem-se:

$$u_t = \{ [GWh(t) - \beta_1 - \beta_2 PINPF (t)] \} \quad (15)$$

4.3 Teste de Engle-Granger

4.3.1 Modelo econométrico

O modelo econométrico para o teste de Engle-Granger é dado como segue para a *leg* dos dados das séries temporais do consumo de energia elétrica (GWh) e da produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais (PIN-PF), pois vão ser testadas as séries temporais duas-a-duas.

$$\text{PIN-PF}(t) = \sum \gamma_i \text{GWh}(t-i) + \sum \delta_j \text{PIN-PF}(t-j) + u_t \quad (16)$$

$$\text{GWh}(t) = \sum \alpha_i \text{PIN-PF}(t-i) + \sum \beta_j \text{GWh}(t-j) + u_t \quad (17)$$

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Cálculo de Raiz Unitário para o consumo de energia elétrica

O teste para série original resultou t-Statistic de 0,137078(positivo); em que os índices críticos de 1%, 5%, 10%, o t-Statistic resultou respectivamente: - 3,456840; - 2,873093; - 2,573002. Neste caso, o módulo do teste é maior que os módulos de valores dos índices críticos. Destarte, não se rejeita a hipótese nula para $I(0)$, e a série temporal não é estacionária na origem – tabela 12.

Tabela 12 – Teste para Raiz Unitária para o consumo de energia elétrica

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 0.137078 | 0.9679 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.456840 | |
| 5% level | -2.873093 | |
| 10% level | -2.573002 | |

Fonte: Eviews 7

O teste para primeira diferença resultou t-Statistic de - 4,694451 (negativo); em que os índices críticos de 1%, 5%, 10%, o t-Statistic resultou respectivamente: - 3,456840 ; -2,873093; - 2,573002. Neste caso, o módulo do teste é maior que os módulos dos valores dos índices críticos. Destarte, rejeita-se a hipótese nula para $I(1)$, e a série temporal é considerada integrada de primeira ordem e estacionaria desde a origem – tabela 13.

Tabela 13 – Teste para Raiz Unitária para o consumo de energia elétrica

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.694451 | 0.0001 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.456840 | |
| 5% level | -2.873093 | |
| 10% level | -2.573002 | |

Fonte: Eviews 7

5.2 Cálculo de Raiz Unitário para a produção física industrial do Nordeste

Segue-se que o teste rodado no *soft* Eviews resultou nos seguintes dados: o teste para $I(0)$ resultou t-Statistic de -1,713895 (negativo); em que os índices críticos de 1%, 5%, 10%, o t-Statistic resultou respectivamente: - 3,455786; -2,872630; - 2,572754. Neste caso, o módulo do teste é menor que os valores dos índices críticos. Destarte, não se rejeita a hipótese nula para $I(0)$, e a série temporal original não é estacionária – tabela 14.

Tabela 14 – Teste para Raiz Unitária para a produção industrial do Nordeste

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|-----------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -1.713895 | 0.4230 |
| Test critical values: | | |
| | 1% level | -3.455786 |
| | 5% level | -2.872630 |
| | 10% level | -2.572754 |

Fonte : Eviews 7

O teste para primeira diferença resultou t-Statistic de – 4,694451 (negativo); em que os índices críticos de 1%, 5%, 10%, o t-Statistic resultou respectivamente: - 3,456840 ; -2,873093; - 2,573002. Neste caso, o módulo do teste é maior que os módulos dos valores dos índices críticos. Destarte, rejeita-se a hipótese nula para $I(1)$, e a série temporal é considerada estacionária de primeira ordem desde a origem – tabela 15.

Tabela 15 – Teste para Raiz Unitária para primeira diferença para a produção física industrial para o Nordeste

| Null Hypothesis: D(GWH) has a unit root | | |
|--|-------------|-----------|
| Exogenous: Constant | | |
| Lag Length: 11 (Automatic - based on SIC, maxlag=15) | | |
| | t-Statistic | Prob.* |
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.694451 | 0.0001 |
| Test critical values: | | |
| | 1% level | -3.456840 |
| | 5% level | -2.873093 |
| | 10% level | -2.573002 |

Fonte: Eviews 7

5.2.1 Cálculo de Co-integração de Johansen e Juselius (1990) e entre: o consumo de energia elétrica total e a produção física industrial do Nordeste

Usando o teste de Co-integração de Johansen e Juselius (1990), entre a produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais para o Nordeste (PIN-PF (t)), o consumo de energia total para o Nordeste (GWh(t)).

O teste revela que a hipótese nula sobre o traço e de máximo autovalor não rejeitam a hipótese nula, em que – Statistic é de 23,19204 (15,49471) - Teste de Traço; e 23.19204, (14.26460). Nos dois casos, os valores de correlações são maiores que os valores críticos. Então, há cointegração entre as séries temporais analisadas, a significância de 1%.

Desta sorte, o teste indica um vetor de co-integração das séries temporais comparadas na janela temporal analisada. Então as séries revelam equilíbrio a longo prazo ou vetores de co-integração no teste de Johansen e Juselius (1990) – tabelas 16.

Tabela 16 –Teste de Traço e de Máximo Autovalor para as duas séries temporais

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|--------------------|------------------------|---------|
| None * | 0.087220 | 23.19204 | 15.49471 | 0.0029 |
| At most 1 | 4.69E-05 | 0.011915 | 3.841466 | 0.9128 |

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Max-Eigen Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|
| None * | 0.087220 | 23.18013 | 14.26460 | 0.0015 |
| At most 1 | 4.69E-05 | 0.011915 | 3.841466 | 0.9128 |

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

FONTE: EVIEWS 7

5.2.2 Cálculo de causalidade entre: o consumo de energia elétrica, e a produção física da região Nordeste utilizando o modelo Engle-Granger

Usando o teste de causalidade de Engle-Granger, entre a produção física industrial, por tipo de índice e seções e atividades industriais para o Nordeste (PINPF), o consumo de energia para a região Nordeste (GWh).

O pacote estatístico usado foi o *soft* Eviews 7, para o teste Granger. O resultado revela que – o consumo de energia elétrica GWh é causa Granger da produção física industrial PIN-PF, visto que 11,5440 é maior que 3,70329, tabela 17.

Tabela 17 – Teste de Granger para consumo de energia e produção física do Nordeste

| Null Hypothesis: | Obs | F-Statistic | Prob. |
|----------------------------------|-----|-------------|--------|
| PINPF does not Granger Cause GWH | 257 | 3.70329 | 0.0260 |
| GWH does not Granger Cause PINPF | | 11.5440 | 2.E-05 |

Fonte: Eviews 7

6 CONCLUSÕES

As três séries temporais de dados secundários pesquisadas (consumo de energia elétrica da região Nordeste, produção física industrial, e força de trabalho) são bastante singulares e específicas, tanto nas suas utilidades quanto na metodologia de serem computadas às séries temporais. Constatam fatos de formas bem diversas, com unidades bem específicas. O consumo de energia elétrica é medido em GWh (Giga Watt hora); a produção física industrial é contabilizada por tipo de índice e seções e atividades industriais, e estes dados são reais; e a força de trabalho é medida em número índice dos empregos formais, e todos os dados foram analisados e especificados ao longo das janelas de tempos especificadas. O consumo de energia elétrica e a produção física industrial : entre – janeiro de 1991 a julho de 2012, a força de trabalho entre – janeiro de 97 a julho de 2012. Esta última não contabilizada para fins de cálculos econométricos.

As curvas analisadas (consumo de energia elétrica e produção física industrial) são bem singulares em suas desenvolvuras. No Teste de Raiz Unitário, ocorreu a existência de pelo menos uma raiz unitária para a equação operando os dados singular original sem defasagem $I(0)$ nas duas séries temporais, mas para a 1ª diferença as séries se comportaram como estacionária desde a origem.

Quanto ao teste de Johanson e Juselius (1990) de colinearidade, foi constatada a presença de um vetor colinear entre as duas séries temporais (consumo de energia elétrica e produção física industrial). Tanto no teste de Traço quanto no teste de Máximo Autovalor houve presença de vetor. Conclui-se que a longo prazo há equilíbrio entre as séries neste intervalo de tempo.

No teste de Granger, objeto principal da análise, há uma lógica perceptível a ser analisada. Pois o processo se baseia em diagnosticar a causa/efeito entre duas séries temporais. Independentemente de unidades ou ângulos de interceptos. Foi testada a correlação multivariada, e diagnosticada existência de causa entre as séries temporais.

Os resultados obtidos mostram haver uma causalidade entre o crescimento econômico e o consumo de energia elétrica. Superando as vicissitudes de trocas de moedas – que afetam o crescimento econômico, o comportamento do mercado inflacionário com desvalorização do poder de compra; o racionamento de energia na região Nordeste – que afeta o consumo de energia nos subitens de consumo, a

aridez do clima que assola mais de 60% do solo nordestino, e os reflexos externos econômicos.

Ficou patente ser robusta a indicação de que o consumo de energia elétrica um indicador de crescimento econômico para a região do Nordeste brasileiro no período de janeiro de 1991 a julho de 2012.

Nestes termos, políticas econômicas podem apreciar esta análise num importante momento vivido pelos nove estados nordestinos. Muito embora se tenha diversos tipos de administração e comportamentos econômicos, a região Nordeste comporta-se de maneira impar, convergindo para uma boa desenvoltura econômica.

Futuros trabalhos poderão seguir o vetor do impacto do consumo de energia elétrica no crescimento econômico. Pois já foi provado existir causalidade entre o consumo de energia elétrica e a produção física industrial no Nordeste em dados reais, utilizando os modelos de Engle-Granger e Johansen e Juselius (1990).

REFERÊNCIAS

ALTHUSSER, L. **Aparelhos ideológicos de Estado**. 7. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1998. ALTBACH, P.; ARNOVE, R. & KELLY, G. Emergent issues in education. Nova York: Suny

ACHÃO, C. C. L. Dissertação de Mestrado: **Análise da Estrutura de Consumo de Energia Pelo Setor Residencial Brasileiro**, Rio De Janeiro, RJ - Brasil, março de 2003

ALTINAY, Galip, Erdal Karagol, **Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey**, Energy Economics, 2005

ANJUM Aqeel and MOHAMMAD Sabihuddin Butt. **THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN**. Asia-Pacific Development Journal Vol. 8, No. 2, December 2001.

ANEEL, Atlas de Energia Elétrica no Brasil, Rio de Janeiro, 2008

ARAÚJO, Antonio Carlos Marques de . Dissertação de Mestrado : **A Comercialização de Energia Elétrica para os Consumidores Finais no Novo Modelo**. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, 2001

BLANCHARD, Oliveira – **Macroeconomia**; tradução: Claudia Martins, Mônica Rosemberg; revisão técnica Eliezer Martins Diniz, 4ª ed, São Paulo; Pearson Prentice Hall, 2007

BORNIA, Antonio Cezar- **Análise Gerencial de Custos**: aplicação em empresas modernas, 3ª ed., São Paulo, Atlas.2010.

ELETROBRÁS EM REVISTA, 50 Anos de História Através da Propaganda Institucional, 2011

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos, **Série Estudos de Energia, nota técnica DEA 15/09** , Rio de Janeiro, Dezembro de 2009

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, **Maurício T. Tolmasquim Brasília, 10 de dezembro, 2009 Brasília, 10 de dezembro, 2009**

Energia Hidráulica II, ANEEL, disponível em www.aneel.gov.br

ENGLE, Robert F.; C. W. J. Granger - **Co-Integration and Error Correction: A Presentation, Estimation, and Testing**, *Econometrica*, Vol. 55, No. 2. (Mar., 1987), pp. 251-276.

FEIJO, Carmen, Roberto O. Ramos, Carlos F. Young, Fernando C. Lima e Olimpio A. Galvão. **Contabilidade Social: O Novo Sistema de Contas, Nacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

GADELHA, Sérgio Ricardo de Brito. Artigo : **Consumo de Eletricidade e Crescimento Econômico no Brasil**. Março de 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GURGUL, Henryk, Łukasz Lach, **The electricity consumption versus economic growth of the Polish economy**, *Energy Economics*, 2011.

Gujarati, Damodar N. **ECONOMIA BASICA**, Terceira Edição, São Paulo, Makron Books, 2000

INÁCIO FILHO, Geraldo. **A monografia na universidade**. Campinas, SP: Papyrus, 1995.

IBGE, **Séries Relatórios Metodológicos número 24**, Sistema de Contas Nacionais, Brasil, 2ª edição, 2008

IBGE, **Contas Regionais do Brasil** vol. 37, Série Relatórios Metodológicos, Rio de Janeiro, 2008

IBGE, **PESQUISA MENSAL DE EMPREGO**, 2ª edição, livro 23, Rio de Janeiro, 2007.

IBGE, **INDICADORES CONJUNTURAIS DA INDÚSTRIA – PRODUÇÃO**, livro 31, Rio de Janeiro, 2004.

IEA, Interantional Energy Agency, *World Energy Statistics 2012*, CD-ROM

IRFFI, Guilherme e outros. **Determinantes do Crescimento Econômico dos Municípios Cearenses, uma análise com dados em painel**. 2004.

KOUAKOU, K. Auguste, **Economic growth and electricity consumption in Cote d'Ivoire: Evidence from time series analysis**, *Energy Policy*, journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol, 2011

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. São Paulo: Atlas, 1983.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7.Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MELO, André de Souza e outros. **O Efeito do Racionamento de Energia Elétrica sobre o Crescimento Econômico.** Universidade Federal de Pernambuco, 2004

MANKIWI, N. Gregory. **Macroeconomia.** 2a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000

MAGALHÃES, Antonio R. - **Industrialização e desenvolvimento regional: a nova indústria do Nordeste.** — Brasília: IPEA, 1983. (Série Estudos para o planejamento, n. 24)

MARATHE, Achla; Pallab Mozumder: **Causality relationship between electricity onsumption and GDP in Bangladesh.** Energy Policy , 2005.

Margarido, Mario A., **TESTE DE CO-INTEGRAÇÃO DE JOHANSEN UTILIZANDO O SAS,** 11º Congresso Brasileiro de Usuários SAS (GUSAS 11), São Paulo (SP), 2002.

NASCIMENTO, Luiz Fernando Motta. **Paulo Afonso: luz e força movendo o Nordeste.** Salvador: EGBA/ACHÉ, 1998.

NAKABASHI, Luciano e FIGUEIREDO, de Luiza . **CAPITAL HUMANO: UMA NOVA PARA INCLUIR ASPECTOS QUALITATIVOS,** Julho de 2005

NARAYAN, Paresh Kumar, Baljeet Singh, **The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands,** Energy Economics, 2006

NOTA TÉCNICA DEA 03/11, Projeção da demanda de energia elétrica. EPE, Rio de Janeiro, 2011.

Notas Técnicas nº 0014 e 0058/2011-SRD/ANEEL. Módulo 7 do PRODIST (AP nº 025/2011)

Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONSE, **Diretoria de Operação Setor Indústria e Abastecimento,** Lote A, Brasília DF, 2011

Produto Interno Bruto dos Municípios, 2ª Edição, Série Relatórios Metodológicos, IBGE, Rio de Janeiro, 2008.

PLANO DE EXPANSÃO DE ENERGIA ELETRICA 2019, Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, EPE, 2010

Plano Anual da Operação Energética - PEN 2011, para o período 2010 a 2015 EPE, 2011

DIETER, Holm, D.Arch, **O Futuro das Fontes Renováveis de Energia para os Países em Desenvolvimento**, ISES – International Solar Energy Society, <http://whitepaper.ises.org>

RESOLUÇÃO ANEEL nº 414, **CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA**, Celpe, 2010

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL nº 385, **Comercialização de Energia Elétrica**, versão 2010

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL nº 458, **Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET**, 2011

RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 465, **Metodologia e os procedimentos para obtenção dos dados e para a apuração das perdas dos sistemas de distribuição de energia elétrica**. 2011

RIBEMBOIM, J e Ferreira Irmão, J. Fontes Energéticas e Modelos de Uso Auto-sustentáveis para cadeias Produtivas em Comunidades Distantes da Rede Elétrica. CHESF-FADURPE, 2008

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica**: guia para eficiência nos estudos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Sistemas de Contas Nacionais Brasil vol 24, 2ª Edição, Série Relatório Metodológicos, IBGE, Rio de Janeiro, 2008.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento econômico**, 5ª ed , São Paulo, Atlas, 2009.

SOYTAS, Ugur. **ENERGY CONSUMPTION AND GDP RELATION IN TURKEY: A COINTEGRATION AND VECTOR ERROR CORRECTION ANALYSIS**. *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 2001, pp. 838-844: Global Business and Technology Association.

STERN, David I. **Energy and Economic Growth**, Department of Economics, Sage 3208, Rensselaer Polytechnic Institute, 110 8th Street Troy, NY, 12180-3590, USA, April 2003.

YUAN, Jiahai , Changhong Zhao, Shunkun Yu, Zhaoguang Hu, Electricity consumption and economic growth in China: Cointegration and co-feature analysis, *Energy Economics* 29 (2007) 1179–1191.

SOYTAS,Ugur,Ramazan Sari, **Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets** Energy Economics 25 Ž2003. 33_37

ANEXO A - PIBS DO NORDESTE (PREÇOS CORRENTES E PER CAPTA - 1995 A 2011)

| Ano | PIB Nordeste | PIB per capita NE |
|------|-----------------|-------------------|
| 1995 | 84.970.342.700 | 1.877 |
| 1996 | 105.222.645.581 | 2.298 |
| 1997 | 116.980.947.977 | 2.527 |
| 1998 | 121.900.862.093 | 2.605 |
| 1999 | 132.577.118.168 | 2.791 |
| 2000 | 146.827.013.111 | 3.054 |
| 2001 | 163.464.864.855 | 3.360 |
| 2002 | 191.591.602.994 | 3.891 |
| 2003 | 217.037.426.097 | 4.355 |
| 2004 | 247.042.511.845 | 4.899 |
| 2005 | 280.545.054.739 | 5.499 |
| 2006 | 311.104.053.806 | 6.028 |
| 2007 | 347.797.041.039 | 6.749 |
| 2008 | 397.502.594.325 | 7.488 |
| 2009 | 437.720.439.462 | 7.890 |
| 2010 | 445.502.594.325 | 8.763 |
| 2011 | 487.678.678.456 | 9.120 |

Fonte: Sítio eletrônico: ibge.gov.br

ANEXO B - PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL E PETRÓLEO DA REGIÃO NORDESTE.

| Ano | Produção de gás natural por ano na região Nordeste | Produção de petróleo por ano na região Nordeste |
|------------|---|--|
| 2000 | 4.566.782 | 71.624.889 |
| 2001 | 4.496.735 | 69.128.687 |
| 2002 | 4.869.901 | 67.803.661 |
| 2003 | 5.247.424 | 68.653.887 |
| 2004 | 5.969.520 | 69.391.385 |
| 2005 | 6.038.566 | 66.965.827 |
| 2006 | 5.795.274 | 63.268.291 |
| 2007 | 5.353.335 | 63.027.234 |
| 2008 | 4.958.752 | 62.833.970 |
| 2009 | 4.467.550 | 60.068.198 |
| 2010 | 4.202.500 | 58.807.512 |
| 2011 | 3.535.954 | 59.397.555 |

Fonte: Sítio eletrônico: anp.gov.br

**ANEXO C - PRODUÇÃO FÍSICA INDUSTRIAL, POR TIPO DE ÍNDICE E SEÇÕES
E ATIVIDADES INDUSTRIAIS.**

| Mês | Produção física industrial |
|------------|-----------------------------------|
| jan/91 | 94,33 |
| fev/91 | 89,73 |
| mar/91 | 86,86 |
| abr/91 | 88,19 |
| mai/91 | 90,1 |
| jun/91 | 92,78 |
| jul/91 | 93,47 |
| ago/91 | 95,17 |
| set/91 | 86,25 |
| out/91 | 96,08 |
| nov/91 | 91,33 |
| dez/91 | 88,43 |
| jan/92 | 88,27 |
| fev/92 | 88,1 |
| mar/92 | 89,77 |
| abr/92 | 90,12 |
| mai/92 | 88,62 |
| jun/92 | 91,72 |
| jul/92 | 92,23 |
| ago/92 | 90,63 |
| set/92 | 90,73 |
| out/92 | 93,68 |
| nov/92 | 94,69 |
| dez/92 | 92,27 |
| jan/93 | 91,96 |
| fev/93 | 92,26 |
| mar/93 | 89,7 |
| abr/93 | 92,65 |
| mai/93 | 93,81 |
| jun/93 | 90,98 |
| jul/93 | 90,45 |
| ago/93 | 88,99 |
| set/93 | 88,95 |
| out/93 | 82,37 |
| nov/93 | 82,04 |
| dez/93 | 86,26 |
| jan/94 | 86,4 |
| fev/94 | 89,01 |
| mar/94 | 92,73 |
| abr/94 | 91,21 |

| | |
|--------|--------|
| mai/94 | 91,72 |
| jun/94 | 91,34 |
| jul/94 | 93,25 |
| ago/94 | 99,14 |
| set/94 | 95,65 |
| out/94 | 94,94 |
| nov/94 | 101,44 |
| dez/94 | 106,09 |
| jan/95 | 104,69 |
| fev/95 | 103,37 |
| mar/95 | 101,88 |
| abr/95 | 96,24 |
| mai/95 | 78,68 |
| jun/95 | 94,87 |
| jul/95 | 93,72 |
| ago/95 | 90,93 |
| set/95 | 91,11 |
| out/95 | 93,54 |
| nov/95 | 95,67 |
| dez/95 | 96,85 |
| jan/96 | 93,04 |
| fev/96 | 93,27 |
| mar/96 | 95,31 |
| abr/96 | 94,9 |
| mai/96 | 94,63 |
| jun/96 | 95,64 |
| jul/96 | 96,6 |
| ago/96 | 96,82 |
| set/96 | 99,22 |
| out/96 | 97,14 |
| nov/96 | 96,86 |
| dez/96 | 95,04 |
| jan/97 | 98,44 |
| fev/97 | 96,08 |
| mar/97 | 96,08 |
| abr/97 | 96,88 |
| mai/97 | 96,73 |
| jun/97 | 96,34 |
| jul/97 | 95,76 |
| ago/97 | 99,13 |
| set/97 | 104,35 |
| out/97 | 102,9 |
| nov/97 | 101,82 |
| dez/97 | 100,38 |
| jan/98 | 99,16 |
| fev/98 | 96,1 |

| | |
|--------|--------|
| mar/98 | 98,84 |
| abr/98 | 99,53 |
| mai/98 | 101,81 |
| jun/98 | 102,47 |
| jul/98 | 102,64 |
| ago/98 | 106,6 |
| set/98 | 101,12 |
| out/98 | 98,08 |
| nov/98 | 96,71 |
| dez/98 | 98,05 |
| jan/99 | 104,38 |
| fev/99 | 98,61 |
| mar/99 | 97,32 |
| abr/99 | 100,98 |
| mai/99 | 99,07 |
| jun/99 | 99,74 |
| jul/99 | 100,13 |
| ago/99 | 101,54 |
| set/99 | 99,52 |
| out/99 | 98,73 |
| nov/99 | 97,88 |
| dez/99 | 99,45 |
| jan/00 | 98,57 |
| fev/00 | 101,03 |
| mar/00 | 103,45 |
| abr/00 | 106,39 |
| mai/00 | 103,41 |
| jun/00 | 103,01 |
| jul/00 | 99,58 |
| ago/00 | 99,95 |
| set/00 | 99,62 |
| out/00 | 103,25 |
| nov/00 | 101,11 |
| dez/00 | 102,18 |
| jan/01 | 102,84 |
| fev/01 | 105,59 |
| mar/01 | 102,18 |
| abr/01 | 100,39 |
| mai/01 | 101,72 |
| jun/01 | 98,53 |
| jul/01 | 99,08 |
| ago/01 | 95,12 |
| set/01 | 97,48 |
| out/01 | 93,76 |
| nov/01 | 97,35 |
| dez/01 | 97,37 |

| | |
|--------|--------|
| jan/02 | 95,96 |
| fev/02 | 99,09 |
| mar/02 | 100,71 |
| abr/02 | 96,91 |
| mai/02 | 94,66 |
| jun/02 | 98,37 |
| jul/02 | 102,55 |
| ago/02 | 103,04 |
| set/02 | 100,49 |
| out/02 | 101,38 |
| nov/02 | 103,44 |
| dez/02 | 102,63 |
| jan/03 | 102,55 |
| fev/03 | 95,97 |
| mar/03 | 96,47 |
| abr/03 | 99,86 |
| mai/03 | 95,74 |
| jun/03 | 97,22 |
| jul/03 | 97,63 |
| ago/03 | 99,09 |
| set/03 | 103,76 |
| out/03 | 100,58 |
| nov/03 | 93,12 |
| dez/03 | 97,5 |
| jan/04 | 96,46 |
| fev/04 | 98,97 |
| mar/04 | 103,48 |
| abr/04 | 102,96 |
| mai/04 | 106,61 |
| jun/04 | 109,11 |
| jul/04 | 105,45 |
| ago/04 | 106,52 |
| set/04 | 110,69 |
| out/04 | 110,19 |
| nov/04 | 108,42 |
| dez/04 | 107,33 |
| jan/05 | 110,55 |
| fev/05 | 107,79 |
| mar/05 | 107,41 |
| abr/05 | 107,65 |
| mai/05 | 107,75 |
| jun/05 | 107,98 |
| jul/05 | 109,05 |
| ago/05 | 108,08 |
| set/05 | 107,01 |
| out/05 | 106,54 |

| | |
|--------|--------|
| nov/05 | 108,78 |
| dez/05 | 112,96 |
| jan/06 | 111,67 |
| fev/06 | 111,24 |
| mar/06 | 111,32 |
| abr/06 | 114,16 |
| mai/06 | 111,54 |
| jun/06 | 109,58 |
| jul/06 | 112,28 |
| ago/06 | 113,24 |
| set/06 | 113,58 |
| out/06 | 114,62 |
| nov/06 | 114,27 |
| dez/06 | 109,25 |
| jan/07 | 114,26 |
| fev/07 | 113,68 |
| mar/07 | 112,8 |
| abr/07 | 112,09 |
| mai/07 | 115,2 |
| jun/07 | 115,77 |
| jul/07 | 116,06 |
| ago/07 | 115,02 |
| set/07 | 115,44 |
| out/07 | 117,03 |
| nov/07 | 117,84 |
| dez/07 | 119,83 |
| jan/08 | 119,95 |
| fev/08 | 121,55 |
| mar/08 | 119,64 |
| abr/08 | 119,18 |
| mai/08 | 118,1 |
| jun/08 | 116,31 |
| jul/08 | 116,38 |
| ago/08 | 118,18 |
| set/08 | 119,34 |
| out/08 | 114,86 |
| nov/08 | 113,74 |
| dez/08 | 104,83 |
| jan/09 | 107,03 |
| fev/09 | 110,44 |
| mar/09 | 109,41 |
| abr/09 | 105,2 |
| mai/09 | 106,51 |
| jun/09 | 110,89 |
| jul/09 | 108,2 |
| ago/09 | 112,58 |

| | |
|--------|--------|
| set/09 | 114,27 |
| out/09 | 115,05 |
| nov/09 | 118,99 |
| dez/09 | 120,12 |
| jan/10 | 120,87 |
| fev/10 | 122,28 |
| mar/10 | 123,26 |
| abr/10 | 124,27 |
| mai/10 | 125,23 |
| jun/10 | 119,74 |
| jul/10 | 122,59 |
| ago/10 | 119,91 |
| set/10 | 119,16 |
| out/10 | 119,48 |
| nov/10 | 115,12 |
| dez/10 | 115,59 |
| jan/11 | 114,34 |
| fev/11 | 110,84 |
| mar/11 | 117,48 |
| abr/11 | 116,76 |
| mai/11 | 117,61 |
| jun/11 | 118,35 |
| jul/11 | 116,36 |
| ago/11 | 115,76 |
| set/11 | 116,81 |
| out/11 | 116,99 |
| nov/11 | 113,88 |
| dez/11 | 111,48 |
| jan/12 | 117,67 |
| fev/12 | 118,29 |
| mar/12 | 117,4 |
| abr/12 | 116,62 |
| mai/12 | 116,5 |
| jun/12 | 116,87 |

Sítio eletrônico: ibge.gov.br

ANEXO D - FORÇA DE TRABALHO

| Mês | Nível do emprego formal do Nordeste |
|--------|-------------------------------------|
| jan/97 | 75,35 |
| fev/97 | 75,06 |
| mar/97 | 74,66 |
| abr/97 | 74,51 |
| mai/97 | 74,6 |
| jun/97 | 74,77 |
| jul/97 | 74,84 |
| ago/97 | 75,18 |
| set/97 | 75,95 |
| out/97 | 76,2 |
| nov/97 | 76,14 |
| dez/97 | 75,49 |
| jan/98 | 75,03 |
| fev/98 | 74,5 |
| mar/98 | 74,07 |
| abr/98 | 74,13 |
| mai/98 | 74,18 |
| jun/98 | 74,17 |
| jul/98 | 74,32 |
| ago/98 | 74,55 |
| set/98 | 75,03 |
| out/98 | 75,4 |
| nov/98 | 75,32 |
| dez/98 | 74,58 |
| jan/99 | 74,29 |
| fev/99 | 73,58 |
| mar/99 | 72,85 |
| abr/99 | 72,51 |
| mai/99 | 72,57 |
| jun/99 | 72,62 |
| jul/99 | 72,72 |
| ago/99 | 72,92 |
| set/99 | 73,51 |
| out/99 | 74,1 |
| nov/99 | 74,6 |
| dez/99 | 74,01 |
| jan/00 | 73,95 |
| fev/00 | 73,94 |
| mar/00 | 73,64 |
| abr/00 | 73,63 |
| mai/00 | 73,84 |
| jun/00 | 74,16 |

| | |
|--------|-------|
| jul/00 | 74,53 |
| ago/00 | 75,01 |
| set/00 | 76,03 |
| out/00 | 76,63 |
| nov/00 | 76,8 |
| dez/00 | 76,42 |
| jan/01 | 76,43 |
| fev/01 | 76,15 |
| mar/01 | 75,55 |
| abr/01 | 75,64 |
| mai/01 | 75,9 |
| jun/01 | 76,25 |
| jul/01 | 76,53 |
| ago/01 | 76,73 |
| set/01 | 77,42 |
| out/01 | 78,11 |
| nov/01 | 78,47 |
| dez/01 | 77,86 |
| jan/02 | 77,82 |
| fev/02 | 77,65 |
| mar/02 | 77,44 |
| abr/02 | 77,53 |
| mai/02 | 77,77 |
| jun/02 | 78,07 |
| jul/02 | 78,42 |
| ago/02 | 79,02 |
| set/02 | 80,74 |
| out/02 | 81,15 |
| nov/02 | 81,51 |
| dez/02 | 81,05 |
| jan/03 | 84 |
| fev/03 | 83,23 |
| mar/03 | 82,77 |
| abr/03 | 82,98 |
| mai/03 | 83,35 |
| jun/03 | 83,67 |
| jul/03 | 83,85 |
| ago/03 | 84,42 |
| set/03 | 86,32 |
| out/03 | 86,89 |
| nov/03 | 87,24 |
| dez/03 | 86,5 |
| jan/04 | 86,45 |
| fev/04 | 86,34 |
| mar/04 | 85,76 |
| abr/04 | 85,54 |

| | |
|--------|--------|
| mai/04 | 86,31 |
| jun/04 | 86,85 |
| jul/04 | 87,58 |
| ago/04 | 88,94 |
| set/04 | 90,8 |
| out/04 | 91,34 |
| nov/04 | 91,77 |
| dez/04 | 91,11 |
| jan/05 | 91,14 |
| fev/05 | 90,25 |
| mar/05 | 89,75 |
| abr/05 | 90,27 |
| mai/05 | 90,97 |
| jun/05 | 91,65 |
| jul/05 | 92,18 |
| ago/05 | 92,92 |
| set/05 | 95,17 |
| out/05 | 96,03 |
| nov/05 | 96,47 |
| dez/05 | 95,93 |
| jan/06 | 95,53 |
| fev/06 | 94,86 |
| mar/06 | 94,42 |
| abr/06 | 94,72 |
| mai/06 | 95,42 |
| jun/06 | 96,08 |
| jul/06 | 96,81 |
| ago/06 | 97,6 |
| set/06 | 99,58 |
| out/06 | 100,28 |
| nov/06 | 100,7 |
| dez/06 | 100 |
| jan/07 | 99,46 |
| fev/07 | 98,81 |
| mar/07 | 98,52 |
| abr/07 | 99,01 |
| mai/07 | 99,72 |
| jun/07 | 100,36 |
| jul/07 | 101,02 |
| ago/07 | 101,97 |
| set/07 | 103,99 |
| out/07 | 104,79 |
| nov/07 | 105,21 |
| dez/07 | 104,85 |
| jan/08 | 104,67 |
| fev/08 | 104,3 |

| | |
|--------|--------|
| mar/08 | 103,94 |
| abr/08 | 104,04 |
| mai/08 | 104,51 |
| jun/08 | 105,5 |
| jul/08 | 106,51 |
| ago/08 | 107,84 |
| set/08 | 110,43 |
| out/08 | 110,84 |
| nov/08 | 111,04 |
| dez/08 | 109,83 |
| jan/09 | 109,27 |
| fev/09 | 108,89 |
| mar/09 | 107,97 |
| abr/09 | 107,41 |
| mai/09 | 107,72 |
| jun/09 | 108,29 |
| jul/09 | 109,19 |
| ago/09 | 110,69 |
| set/09 | 112,97 |
| out/09 | 114,09 |
| nov/09 | 115,33 |
| dez/09 | 114,98 |
| jan/10 | 115,4 |
| fev/10 | 115,44 |
| mar/10 | 115,19 |
| abr/10 | 115,66 |
| mai/10 | 116,69 |
| jun/10 | 117,53 |
| jul/10 | 118,44 |
| ago/10 | 119,99 |
| set/10 | 122,36 |
| out/10 | 123,55 |
| nov/10 | 124,38 |
| dez/10 | 123,57 |
| jan/11 | 123,56 |
| fev/11 | 123,76 |
| mar/11 | 123,08 |
| abr/11 | 123,17 |
| mai/11 | 123,72 |
| jun/11 | 124,57 |
| jul/11 | 125,15 |
| ago/11 | 126,43 |
| set/11 | 128,34 |
| out/11 | 128,98 |
| nov/11 | 129,41 |
| dez/11 | 128,53 |

| | |
|--------|--------|
| jan/12 | 128,66 |
| fev/12 | 128,45 |
| mar/12 | 127,76 |
| abr/12 | 127,65 |
| mai/12 | 127,85 |
| jun/12 | 128,32 |
| jul/12 | 128,77 |

Sítio eletrônico: mte.gov.com.br.

ANEXO E - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO NORDESTE

| Mês | Consumo em GWh |
|--------|----------------|
| jan/91 | 2.808 |
| fev/91 | 2.673 |
| mar/91 | 2.670 |
| abr/91 | 2.692 |
| mai/91 | 2.775 |
| jun/91 | 2.790 |
| jul/91 | 2.859 |
| ago/91 | 2.861 |
| set/91 | 2.797 |
| out/91 | 2.922 |
| nov/91 | 2.925 |
| dez/91 | 2.853 |
| jan/92 | 2.931 |
| fev/92 | 2.800 |
| mar/92 | 2.832 |
| abr/92 | 2.825 |
| mai/92 | 2.871 |
| jun/92 | 2.822 |
| jul/92 | 2.854 |
| ago/92 | 2.836 |
| set/92 | 2.865 |
| out/92 | 2.904 |
| nov/92 | 2.874 |
| dez/92 | 2.884 |
| jan/93 | 2.911 |
| fev/93 | 2.718 |
| mar/93 | 2.910 |
| abr/93 | 2.926 |
| mai/93 | 2.924 |
| jun/93 | 2.895 |
| jul/93 | 2.920 |
| ago/93 | 2.912 |
| set/93 | 2.940 |
| out/93 | 2.955 |
| nov/93 | 2.958 |
| dez/93 | 2.977 |
| jan/94 | 3.022 |
| fev/94 | 2.818 |
| mar/94 | 2.929 |
| abr/94 | 2.893 |
| mai/94 | 2.860 |
| jun/94 | 2.877 |

| | |
|--------|-------|
| jul/94 | 2.829 |
| ago/94 | 2.908 |
| set/94 | 2.973 |
| out/94 | 2.982 |
| nov/94 | 3.031 |
| dez/94 | 3.086 |
| jan/95 | 3.256 |
| fev/95 | 2.961 |
| mar/95 | 3.244 |
| abr/95 | 3.115 |
| mai/95 | 3.090 |
| jun/95 | 3.059 |
| jul/95 | 3.186 |
| ago/95 | 3.182 |
| set/95 | 3.221 |
| out/95 | 3.273 |
| nov/95 | 3.364 |
| dez/95 | 3.311 |
| jan/96 | 3.400 |
| fev/96 | 3.350 |
| mar/96 | 3.420 |
| abr/96 | 3.391 |
| mai/96 | 3.372 |
| jun/96 | 3.363 |
| jul/96 | 3.358 |
| ago/96 | 3.400 |
| set/96 | 3.421 |
| out/96 | 3.503 |
| nov/96 | 3.455 |
| dez/96 | 3.492 |
| jan/97 | 3.644 |
| fev/97 | 3.449 |
| mar/97 | 3.427 |
| abr/97 | 3.470 |
| mai/97 | 3.529 |
| jun/97 | 3.491 |
| jul/97 | 3.533 |
| ago/97 | 3.581 |
| set/97 | 3.565 |
| out/97 | 3.770 |
| nov/97 | 3.804 |
| dez/97 | 3.762 |
| jan/98 | 3.864 |
| fev/98 | 3.666 |
| mar/98 | 3.788 |
| abr/98 | 3.885 |

| | |
|--------|-------|
| mai/98 | 3.904 |
| jun/98 | 3.733 |
| jul/98 | 3.803 |
| ago/98 | 3.806 |
| set/98 | 3.833 |
| out/98 | 3.937 |
| nov/98 | 3.982 |
| dez/98 | 3.915 |
| jan/99 | 3.968 |
| fev/99 | 3.770 |
| mar/99 | 3.814 |
| abr/99 | 3.978 |
| mai/99 | 3.885 |
| jun/99 | 3.865 |
| jul/99 | 3.922 |
| ago/99 | 3.918 |
| set/99 | 3.956 |
| out/99 | 4.052 |
| nov/99 | 4.097 |
| dez/99 | 4.109 |
| jan/00 | 4.072 |
| fev/00 | 4.023 |
| mar/00 | 4.112 |
| abr/00 | 4.059 |
| mai/00 | 4.109 |
| jun/00 | 4.099 |
| jul/00 | 4.056 |
| ago/00 | 4.122 |
| set/00 | 4.187 |
| out/00 | 4.437 |
| nov/00 | 4.208 |
| dez/00 | 4.249 |
| jan/01 | 4.287 |
| fev/01 | 4.135 |
| mar/01 | 4.294 |
| abr/01 | 4.263 |
| mai/01 | 4.341 |
| jun/01 | 3.762 |
| jul/01 | 3.233 |
| ago/01 | 3.254 |
| set/01 | 3.268 |
| out/01 | 3.368 |
| nov/01 | 3.420 |
| dez/01 | 3.432 |
| jan/02 | 3.671 |
| fev/02 | 3.556 |

| | |
|--------|-------|
| mar/02 | 3.583 |
| abr/02 | 3.899 |
| mai/02 | 3.957 |
| jun/02 | 3.897 |
| jul/02 | 3.964 |
| ago/02 | 4.039 |
| set/02 | 4.052 |
| out/02 | 4.225 |
| nov/02 | 4.272 |
| dez/02 | 4.220 |
| jan/03 | 4.315 |
| fev/03 | 4.047 |
| mar/03 | 4.117 |
| abr/03 | 4.129 |
| mai/03 | 4.094 |
| jun/03 | 4.126 |
| jul/03 | 4.088 |
| ago/03 | 4.009 |
| set/03 | 4.058 |
| out/03 | 4.398 |
| nov/03 | 4.359 |
| dez/03 | 4.452 |
| jan/04 | 4.359 |
| fev/04 | 4.014 |
| mar/04 | 4.219 |
| abr/04 | 4.328 |
| mai/04 | 4.420 |
| jun/04 | 4.406 |
| jul/04 | 4.368 |
| ago/04 | 4.428 |
| set/04 | 4.549 |
| out/04 | 4.655 |
| nov/04 | 4.696 |
| dez/04 | 4.763 |
| jan/05 | 4.772 |
| fev/05 | 4.524 |
| mar/05 | 4.690 |
| abr/05 | 4.673 |
| mai/05 | 4.736 |
| jun/05 | 4.571 |
| jul/05 | 4.640 |
| ago/05 | 4.739 |
| set/05 | 4.764 |
| out/05 | 4.849 |
| nov/05 | 4.920 |
| dez/05 | 5.006 |

| | |
|--------|-------|
| jan/06 | 4.919 |
| fev/06 | 4.704 |
| mar/06 | 5.060 |
| abr/06 | 4.857 |
| mai/06 | 4.795 |
| jun/06 | 4.772 |
| jul/06 | 4.749 |
| ago/06 | 4.940 |
| set/06 | 4.953 |
| out/06 | 5.142 |
| nov/06 | 5.135 |
| dez/06 | 5.124 |
| jan/07 | 5.267 |
| fev/07 | 4.974 |
| mar/07 | 5.018 |
| abr/07 | 5.169 |
| mai/07 | 5.172 |
| jun/07 | 5.082 |
| jul/07 | 5.139 |
| ago/07 | 5.211 |
| set/07 | 5.147 |
| out/07 | 5.441 |
| nov/07 | 5.503 |
| dez/07 | 5.546 |
| jan/08 | 5.474 |
| fev/08 | 5.252 |
| mar/08 | 5.338 |
| abr/08 | 5.248 |
| mai/08 | 5.408 |
| jun/08 | 5.241 |
| jul/08 | 5.335 |
| ago/08 | 5.378 |
| set/08 | 5.463 |
| out/08 | 5.685 |
| nov/08 | 5.585 |
| dez/08 | 5.536 |
| jan/09 | 5.341 |
| fev/09 | 5.102 |
| mar/09 | 5.391 |
| abr/09 | 5.307 |
| mai/09 | 5.189 |
| jun/09 | 5.123 |
| jul/09 | 5.258 |
| ago/09 | 5.502 |
| set/09 | 5.581 |
| out/09 | 5.779 |

| | |
|--------|-------|
| nov/09 | 5.758 |
| dez/09 | 5.963 |
| jan/10 | 5.734 |
| fev/10 | 5.577 |
| mar/10 | 6.091 |
| abr/10 | 5.884 |
| mai/10 | 5.959 |
| jun/10 | 5.906 |
| jul/10 | 5.833 |
| ago/10 | 5.833 |
| set/10 | 5.896 |
| out/10 | 6.123 |
| nov/10 | 6.127 |
| dez/10 | 6.110 |
| jan/11 | 5.986 |
| fev/11 | 5.499 |
| mar/11 | 5.995 |
| abr/11 | 5.957 |
| mai/11 | 5.889 |
| jun/11 | 5.802 |
| jul/11 | 5.919 |
| ago/11 | 6.089 |
| set/11 | 6.083 |
| out/11 | 6.208 |
| nov/11 | 6.131 |
| dez/11 | 6.244 |
| jan/12 | 6.270 |
| fev/12 | 5.986 |
| mar/12 | 6.381 |
| abr/12 | 6.251 |
| mai/12 | 6.446 |
| jun/12 | 6.095 |
| jul/12 | 6.073 |

Sítio eletrônico: eletrobrás.com.br