

**FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA APLICADA**

PEDRO GUILHERME COSTA FERREIRA

**PREVISÃO E IMPACTOS SETORIAIS DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
NO BRASIL: UMA ANÁLISE INTEGRADA ECONOMÉTRICA COM INSUMO-
PRODUTO PARA O PERÍODO DE 2009 A 2014.**

JUIZ DE FORA
DEZEMBRO, 2008

PEDRO GUILHERME COSTA FERREIRA

**PREVISÃO E IMPACTOS SETORIAIS DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
NO BRASIL: UMA ANÁLISE INTEGRADA ECONOMÉTRICA COM INSUMO-
PRODUTO PARA O PERÍODO DE 2009 A 2014.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte das exigências do Mestrado em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli
Co-orientador: Rogério Silva de Mattos

JUIZ DE FORA
DEZEMBRO, 2008

PEDRO GUILHERME COSTA FERREIRA

**PREVISÃO E IMPACTOS SETORIAIS DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
NO BRASIL: UMA ANÁLISE INTEGRADA ECONOMÉTRICA COM INSUMO-
PRODUTO PARA O PERÍODO DE 2009 A 2014.**

Dissertação submetida à Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada, com área de concentração em Métodos de Análise Regional.

APROVADA EM ___/___/___

Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli
FEA - Universidade Federal de Juiz de
Fora

Prof. Dra. Suzana Quinet Andrade Bastos
FEA - Universidade Federal de Juiz de
Fora

Prof. Dr. Alexandre Zanini
FEA - Universidade Federal de Juiz de
Fora

Prof. Dr. Edson Paulo Domingues
CEDEPLAR – Universidade Federal de
Minas Gerais

Ferreira, Pedro Guilherme Costa

Previsão e impactos setoriais do consumo de energia elétrica no Brasil: uma análise integrada econométrica com insumo-produto para o período 2009 a 2014 / Pedro Guilherme Costa Ferreira. -- 2009.

115 f.

Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

1. Energia elétrica. 2. Insumo-produto. 3. Econometria I.
Titulo.

CDU 621.3

DEDICATÓRIA

A Deus, a Maria do Carmo, a Iria, aos Joãos e a Roberta.

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos meus pais João e Maria, a minha tia Iria e meus irmãos Roberta e João Guilherme.

Ao professor e amigo Fernando Perobelli por todos esses 5 anos que trabalhamos juntos, pela amizade, pela atenção e pelas oportunidades.

A minha vó Terezinha, por zelar tanto pela minha família, ao meu padrinho Leão e ao meu tio Pacelli pelos excelentes conselhos e momentos em que passamos juntos.

Aos meus primos e amigos Danilo, Luis Otávio, Victor, Marco Antônio e Ignácio, com certeza sem eles teria sido muito mais difícil.

A todos meus familiares por estarem sempre presente nos bons momentos da minha vida, em especial, ao Tio Quincas.

A professora Suzana, pelos conselhos e correções fundamentais para a evolução da minha dissertação.

Ao professor Rogério, pela co-orientação, pelos conselhos e amizade.

Ao professor Zanini pela grande contribuição dado ao meu trabalho e pelas oportunidades.

Ao professor Eduardo Almeida, pela amizade, conselhos e parceria, e a todos os professores do corpo docente do mestrado.

A Cida, pela paciência e competência e por ter me aturado durante esse período.

Ao professor Edson Domingues por ter me prestigiado com sua participação neste trabalho.

A Fapemig pelo apoio financeiro.

Finalmente, aos meus amigos de mestrado, Wander e Moraes pelo futebolzinho de toda segunda; a Terciane por promover as noitadas e pelos almoços no RU, a Flaviane e Rosa pelas conversas e o almoço diário no RU, a Ludmilla, e ao amigo Vinicius, pelos momentos engraçados.

RESUMO

Esta dissertação propôs uma nova abordagem para o estudo da energia elétrica para o Brasil, que consiste na integração de modelos econométricos (EC) e de insumo-produto (IP). A referida integração ocorre via agregados macroeconômicos. O primeiro passo é a estimação de três agregados macroeconômicos (consumo das famílias, exportações e importações) cada um desagregado para 12 setores econômicos. O segundo passo é utilizar tais estimativas para examinar efeitos de variação dos agregados macroeconômicos na estrutura de IP. Isso permite obter estimativas setoriais dos componentes da demanda final para o período de 2009 a 2014 em três diferentes cenários. Dessa forma, tornou-se possível identificar que as exportações serão o agregado econômico que mais irá pressionar os setores quanto ao consumo de energia elétrica nos anos de 2009 a 2014. Por outro lado, verificou-se que as importações são um “não consumidor” do setor elétrico brasileiro. O estudo também faz uma ampla discussão sobre o setor elétrico brasileiro, bem como, o consumo de energia elétrica entre os setores trabalhados nesta dissertação.

ABSTRACT

This study proposes a new approach for studying the Brazilian electricity sector, based on the integration of econometric (EC) and input-output (IO) models. Such integration is undertaken through the macroeconomics aggregated. The first step estimates three macroeconomics aggregated (household consumption, exports, and imports), each one disaggregated by 12 economic sectors. The second step uses such estimates to examine the effects of varying the macroeconomics aggregated upon the IO Structure. This allows to obtain sectorial estimates of the macroeconomics aggregated on an yearly basis from 2009 to 2014 and under three different scenarios. Thus, it made possible to identify exports as macroeconomics aggregated that pressure most the sectors regarding the electricity consumption. On other hand, it proved that imports are “not consumer” of the Brazilian electricity sector. The study also presents a comprehensive discussion on the Brazilian electricity sector, as well as the electricity consumption among the sectors analyzed in this study.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação dos tipos de centrais na capacidade instalada (MW) para a geração de energia elétrica no Brasil	14
Gráfico 2 – Evolução da Capacidade Instalada de geração de Energia Elétrica e Variação Percentual	15
Gráfico 3 – Consumo de Eletricidade – em GWh	20
Gráfico 4 - Comparação entre o Consumo de Energia Elétrica e o PIB	23
Gráfico 5 – Variação Percentual do consumo de Energia Elétrica dos setores observados.....	26
Gráfico 6 – Evolução do Consumo Real de Energia Elétrica (em GWh) Setorial.....	27
Gráfico 7 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias no setor Agropecuário	72
Gráfico 8 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Alimentos e Bebidas	74
Gráfico 9 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias	76
Gráfico 10 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Outras Indústrias	78
Gráfico 11 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Transportes.....	79
Gráfico 12 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Agropecuário.....	82
Gráfico 13 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Minerais não metálicos	83
Gráfico 14 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Outras Indústrias.....	85
Gráfico 15 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Têxtil e Vestuário	86
Gráfico 16 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas importações do setor Minerais não metálicos	88

Gráfico 17 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas importações do setor Outras Indústrias.....	90
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Deflator Implícito do PIB (variação percentual anual).....	31
Tabela 2 – Coeficiente de Energia Elétrica (GWh/PIB)	33
Tabela 3 – Índice de Ligação para Trás e para Frente e Setores chave	35
Tabela 4 – Insumo-Produto para uma Região.....	37
Tabela 5 – Comparação entre os Modelos IP, EC e EC+IP	56
Tabela 6 – Resultados das estatísticas de teste do consumo das famílias para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)	67
Tabela 7 – Resultados das estatísticas de teste das Exportações para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)	69
Tabela 8 – Resultados das estatísticas de teste das Importações para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)	70
Tabela 9 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação do consumo das famílias do setor Agropecuário	73
Tabela 10 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Alimentos e Bebidas	75
Tabela 11 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias	77
Tabela 12 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Outras Indústrias	78
Tabela 13 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Transportes	80
Tabela 14 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações no setor Agropecuário.....	82
Tabela 15 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações no setor Minerais não Metálicos	84
Tabela 16 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações do setor Outras Indústrias.....	85
Tabela 17 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações do setor Têxtil e Vestuário	87

Tabela 18 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas importações do setor Minerais não metálicos	89
Tabela 19 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas importações do setor Outras Indústrias.....	90

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1 – Comparativo entre os Modelos Energéticos	12
Figura 1 – Integração entre os sistemas de produção e transmissão para o suprimento do mercado consumidor	19
Quadro 2 – Fonte e Atualização das Variáveis	31
Figura 2 – Passos para estimação do melhor método	44
Quadro 3 – Procedimento da Análise fora da Amostra	46
Figura 3 – Exemplo de uma Distribuição de Probabilidade Normal	48
Quadro 4 – Características da FAC e da FACP	53
Quadro 5 – Trabalhos que abordaram o Método EC + IP	60

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN – Balanço Energético Nacional

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

GW – Gigawatt = 10^9 watts (potência ativa)

GWh – Gigawatt hora = 10^9 watts por hora (energia)

Hz – Hertz (frequência)

IEA – International Energy Agency

KV – Quilovolt = 10^2 volts (tensão)

MAE – Mercado Atacadista de Energia

MME – Ministério de Minas e Energia

MW – Megawatt = 10^6 watts (potência ativa)

MWh – Megawatt hora = 10^6 watts por hora (energia)

MWh/h – Megawatt hora por hora (potência média na hora)

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PNE – Plano Nacional de Energia

SIN – Sistema Interligado Nacional

UHE – Usina Hidrelétrica

UTE – Usina Termelétrica

UTN – Usina Termonuclear

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 – O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	06
1.1. Os determinantes da crise do Setor Elétrico em 2001 e os Modelos Energéticos.....	07
1.2. A Oferta de Energia Elétrica	13
1.2.1. Peculiaridades da Oferta de Energia Elétrica no Brasil	15
1.2.2. Sistema Interligado Nacional (SIN)	17
1.3. O Consumo de Energia Elétrica	20
1.3.1. Consumo Setorial de Energia Elétrica	25
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA E BASE DE DADOS	29
2.1. Base de Dados	30
2.1.1. Preparação dos Dados	30
2.1.2. Matriz de Insumo-Produto e Balanço Energético Nacional	32
2.2. Metodologia	35
2.2.1. Modelo de Insumo-Produto (IP)	37
2.2.2. Taxonomia Econométrica para integrar ao modelo IP	39
2.2.3. Metodologia Econométrica de Séries de Tempo	43
2.2.3.1. Método de Amortecimento Exponencial	49
2.2.3.2. Método Box & Jenkins	52
2.2.4. Modelo Econométrico (EC) integrado ao Modelo de Insumo-Produto (IP)	54

2.2.4.1. Estratégias de Ligação.....	61
2.2.5. Estratégia de Integração entre o Modelo Econométrico e a Matriz IP	63
CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	65
3.1. Módulo Econométrico	65
3.1.1. Consumo das Famílias	66
3.1.2. Exportações	68
3.1.3. Importações	69
3.2. Módulo Econométrico com Insumo-Produto.....	71
3.2.1. Consumo das Famílias	71
3.2.1.1. Agropecuária.....	72
3.2.1.2. Alimentos e Bebidas.....	74
3.2.1.3. Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias.....	76
3.2.1.4. Outras Indústrias.....	77
3.2.1.5. Transportes	79
3.2.2. Exportações.....	80
3.2.2.1. Agropecuária.....	81
3.2.2.2. Minerais não Metálicos.....	82
3.2.2.3. Outras Indústrias.....	84
3.2.2.4. Têxtil e Vestuário.....	86
3.2.3. Importações	87
3.2.3.1. Minerais não Metálicos.....	88
3.2.3.2. Outras Indústrias.....	89
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
REFERÊNCIAS.....	95
ANEXOS	102

INTRODUÇÃO

A energia é um componente essencial para o crescimento do produto da economia de uma nação. Em termos de suprimento energético, a eletricidade se tornou uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser indispensável e estratégico para transformar regiões desocupadas e/ou pouco desenvolvidas em pólos industriais e grandes centros. (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA, 2005).

Pelo fato da energia elétrica ser um fator limitante ao processo de industrialização e do crescimento econômico, a disponibilidade e o acesso aos recursos energéticos assumem aspectos de grande importância. Em outras palavras, a questão energética é fundamental para qualquer nação.

O crescimento da economia brasileira verificado nos anos de 2004 a 2008, e ainda, a perspectiva de sua manutenção para os de 2009 a 2014 (em média 3,5% a.a., segundo International Monetary Fund, 2008), reforçam a importância e a preocupação em relação ao atendimento do consumo de energia elétrica no país para os anos prospectivos, dado a existência de uma forte correlação entre o desempenho econômico e o crescente consumo de energia elétrica.

Além disso, estudar o setor elétrico é proeminente porque, (a) existe uma dificuldade de se fazer o planejamento do setor energético, (b) a importação de energia elétrica só pode ser feita se houver linhas de transmissão e, (c) como consequência de (b), a falta desse insumo implica em racionamento elétrico, fato que impedirá o crescimento da economia.

O setor elétrico pode ser um limitante ao crescimento devido não só a sua indisponibilidade, mas também à especulação¹. Esses problemas, fruto da falta de sincronia entre o consumo planejado e o efetivo, podem gerar o aumento da tarifa de energia elétrica para a população acarretando perda de bem-estar, conforme aconteceu no Brasil no período de 1996 a 2003 (AGUIAR ET AL, 2007). Ou ainda, uma grave crise de abastecimento de energia elétrica, como por exemplo, a que ocorreu em 2001 no Brasil².

Portanto, as previsões de mercados e os investimentos para garantir o atendimento aos agentes, devem acontecer em condições adequadas, isto é, deve haver redução das incertezas com relação às previsões para o setor, o que implica na adoção de métodos capazes de captar a complexidade que envolve a indústria de energia elétrica. (CAIO et al, 1998)

Para Faria (2000), planejamento de um setor consiste em, de maneira geral, equilibrar os níveis de oferta e demanda, ou seja, segundo Cima (2006), em primeiro lugar estima-se um crescimento da demanda agregada (modelos econométricos) por bens e serviços e, em seguida, deve-se assegurar o crescimento da produção em níveis compatíveis com a demanda, utilizando os recursos disponíveis com máxima eficiência. Nesse sentido, para Caio et al (1998), o aprimoramento das técnicas de previsão é fundamental para reduzir os desvios entre o mercado previsto e o realizado.

Assim, os indicadores energéticos assumem um papel de fundamental importância, dado que constituem uma ferramenta de análise, a qual permite o formulador de política econômica avaliar o setor (por exemplo, aspectos do consumo de energia elétrica), e em seguida, traçar políticas adequadas àquele campo.

¹ A Califórnia foi o primeiro estado Norte Americano a desregular o mercado de energia elétrica, no entanto, a falta de atuação competente dos órgãos reguladores e de planejamento levou o mercado a um total descontrole de preços, jogos de retenção da capacidade (especulação) e distribuidoras centenárias em estágio de insolvência. Para maiores detalhes ver Uller (2005).

² O racionamento de energia elétrica não é um fato novo no Brasil, por exemplo, nos anos de 1953 a 1955, 1963 e 1964 as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo sofreram com esse problema. (BARDELIN, 2004). Ainda, em maio de 1953, a cidade de Belo Horizonte e na década de 1980, alguns estados do nordeste enfrentaram grave crise de energia elétrica. (CAMARGO, 2005).

Dentro desse contexto, o objetivo da dissertação é propor uma nova forma de análise do comportamento do consumo do setor elétrico brasileiro como um todo, pois prever o consumo de energia elétrica a médio e longo prazo é fundamental devido ao elevado período de maturação dos investimentos, e ainda, a ociosidade de tais investimentos pode proporcionar graves prejuízos ao seguimento.

O primeiro passo é estimar três agregados macroeconômicos (consumo das famílias, exportações e importações) de forma setorial³ (e.g. minerais não metálicos) para o período de 2009 a 2014 (módulo econométrico (EC)), o segundo, é interligar tais estimativas na matriz de insumo-produto e verificar o consumo de energia elétrica (medidos em GWh) também de forma setorial (módulo de insumo-produto (IP)) para três diferentes cenários (otimista, moderado e pessimista) gerados por meio das previsões intervalares (“*Lower*”; “*Upper*”) do módulo EC. Ou seja, será construído um modelo integrado (modelo econométrico e de insumo-produto), o qual, de acordo com Guilhoto (2004), possibilita obter ganhos com relação ao poder de previsão do modelo econométrico e, por outro lado, tirar vantagem dos aspectos inter-setoriais encontrados no modelo de insumo-produto.

Para tal, são utilizados dados setoriais referentes aos componentes da demanda final para estimar o modelo econométrico, isto é, far-se-á uso dos resultados do consumo das famílias referentes ao período de 1974 a 2003 disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008). E, para as exportações e importações utilizam-se os dados disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2008) para o período de 1974 a 2007. Ainda, para o módulo IP, utiliza-se a matriz de insumo-produto de 2005 elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008).

Guilhoto (2004) e Hawdon e Pearson (1995) apontam algumas vantagens no uso da estrutura de insumo-produto para analisar questões relativas ao setor energético: a) permite uma desagregação setorial maior do que os modelos de otimização dinâmica e os modelos macroeconômicos; b) permite a incorporação de fluxos de

³ Os setores abordados são: Agropecuária; Mineração e Pelotização; Minerais não metálicos; Ferro e Aço; Metais não ferrosos e outras metalurgias; Papel e Celulose; Química; Alimentos e Bebida; Têxtil e Vestuário; Outras Indústrias; Comércio e Serviços, Transporte e Serviços Públicos e S.I.U.P.

energia inter-setoriais tanto em termos físicos quanto monetários e c) possibilita implementar análises de impacto. Embora, esses modelos também apresentem alguns entraves, quais sejam: (i) coeficientes fixos de insumo-produto; (ii) retornos constantes de escala e (iii) demanda final determinada exogenamente (essa limitação é suplantada pelo fato de se estimar econometricamente os agregados macroeconômicos). Para os autores tais limitações não invalidam os resultados do modelo.

A maior contribuição deste trabalho é verificar o quanto, dado um cenário pessimista, moderado e um otimista, um crescimento nos agregados macroeconômicos (consumo das famílias, exportações e importações) em um determinado setor (e.g. agricultura) irá impactar no consumo de energia elétrica desse setor e dos demais setores da economia. Dito de outra forma, com essa metodologia, além da possibilidade de se estimar o consumo de eletricidade de forma setorial (módulo IP), é possível verificar tal consumo com variações setoriais dos agregados macroeconômicos, tanto no consumo das famílias, como nas importações e exportações.

Ainda, é importante salientar o período escolhido para previsão, isto é, os anos de 2009 a 2014, uma vez que, segundo o Instituto Acende Brasil (2008), em 2010 o risco de racionamento no país será de 8%, sendo que o limite máximo aceitável tanto para a Agência nacional de Energia Elétrica (ANEEL) quanto para o Operador Nacional do Sistema (ONS) é de 5%. Em 2011, o indicador aumentará para 14%, ou seja, quase o triplo do risco máximo admissível. Dessa forma, estendeu-se o prazo até 2014, pois o risco tende a aumentar.

Por fim, além dessa primeira seção de caráter introdutório, a dissertação está organizada da seguinte forma. No primeiro capítulo discutem-se os principais motivos que levaram a crise de 2001 com destaque para os modelos do setor Elétrico adotados pelo Governo Federal, e ainda, as características de oferta e do consumo deste insumo. A idéia desse capítulo é mostrar a evolução da oferta e consumo de eletricidade no país, a relação intrínseca com o PIB, e ainda tratar da evolução do consumo de energia elétrica dos 12 setores trabalhados nesta dissertação.

O capítulo 2 trata da base de dados e da metodologia adotada para a elaboração do trabalho. Com relação à base de dados do módulo EC, especifica-se como e onde tais dados foram extraídos, bem como, a maneira como foram atualizados. Para o módulo IP, demonstra-se como a matriz foi compatibilizada com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2007), e por último, faz-se uma análise estrutural dessa matriz. Quanto a metodologia, primeiramente, caracteriza-se o método de insumo-produto, e, em seguida o módulo econométrico (séries de tempo). Por fim, aborda-se o método econométrico com insumo-produto.

O capítulo três fica reservado à discussão dos resultados provenientes do modelo EC+IP, onde será possível identificar os setores mais intensivos em energia elétrica, fazer a previsão de forma setorial e identificar possíveis gargalos de oferta deste insumo. Por fim, no capítulo 4 são abordadas as conclusões e recomendações de possíveis políticas energéticas a serem adotadas, além disso, são citadas possibilidades de trabalhos futuros.

O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Este capítulo possibilita conhecer melhor o setor de energia elétrica no Brasil. Inicialmente, objetiva-se, de forma concisa, contextualizar no período pós 1980, os principais motivos que culminaram na crise do setor elétrico em 2001, com destaque para as mudanças ocorridas nos modelos energéticos adotados pelo Governo Federal.

Nas duas próximas seções serão abordados a oferta e o consumo de eletricidade no país. Na primeira, retratam-se os principais tipos de geração de energia elétrica no Brasil, bem como a evolução da capacidade instalada. Ainda, enfatizam-se as características singulares do sistema elétrico brasileiro devido ao seu potencial hidrelétrico. E, por último retrata-se o Sistema Interligado Nacional (SIN), o maior sistema interligado do mundo.

Na parte do consumo, abordam-se as categorias que mais estão consumindo energia elétrica no país, bem como, acompanhando a evolução do consumo, isto é, quais as categorias que aumentaram ou diminuíram sua participação no consumo total de energia elétrica ao longo do tempo. Além disso, é enfatizada a relação entre o PIB e o consumo de energia elétrica à luz dos acontecimentos políticos e

econômicos tanto no Brasil como no Mundo. Por último, destaca-se o consumo de energia elétrica efetivo dos setores analisados.

1.1. Os determinantes da crise do Setor Elétrico em 2001 e os Modelos Energéticos

De acordo com Pires et al. (2002), em geral, a procedência da crise de oferta de energia elétrica no Brasil está relacionada com quatro causas principais: (a) esgotamento do modelo estatal, responsável pela expansão do setor desde os anos 1960; (b) falhas no planejamento da transição do modelo estatal para o modelo privado; (c) problemas contratuais e regulatórios; e (d) falta de coordenação entre os órgãos governamentais.

Quanto à falência do modelo estatal, este se deu principalmente por duas razões. Em primeiro lugar, a crise fiscal do Estado, com o fim da capacidade de investimento da União nos níveis necessários para expansão do sistema (as empresas eram predominantemente estatais). Em segundo lugar, um regime regulatório inadequado, que não estimulava a busca da eficiência e do baixo custo na geração (as tarifas eram reguladas nos segmentos de geração, distribuição e transmissão).

Em relação à crise fiscal do Estado, a qual teve início na década de 1980 e reduziu a quantidade de recursos da União para investimentos⁴, é importante destacar que outros fatores contribuíram para o aprofundamento desse problema. Em primeiro lugar, a elevação do custo marginal de expansão do setor, dado que as novas bacias hidrelétricas se situam mais distantes dos centros consumidores. Nesse sentido, proporcionalmente mais recursos tinham de ser investidos para construção da mesma quantidade de geração.

Em segundo lugar, a deterioração do valor real das tarifas, cujo patamar de preço passou a não refletir o aumento dos custos setoriais. As tarifas, além de serem equalizadas para todo o país (não havia competição), foram muitas vezes utilizadas

⁴ Até 1995 o financiamento do setor elétrico era, basicamente, com recursos públicos (ver quadro 1). (CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

como instrumento de controle inflacionário. Esse processo culminou com a descapitalização e decorrente inadimplência dos diversos agentes setoriais. Terceiro, com a consolidação da democracia e com o advento da estabilidade monetária, as demandas sociais impuseram aos governos a necessidade de maior critério na aplicação dos recursos da União. (PIRES et al., 2002).

Essas razões fizeram com que os investimentos das empresas estatais não fossem capazes de acompanhar as necessidades de crescimento da demanda no país. Gerou-se, então, grande número de obras paralisadas, que ainda pioravam a situação por conta da elevação de seus custos financeiros, devido à dilatação do cronograma de obras.

Do ponto de vista regulatório, a inexistência de estímulos à busca de eficiência produtiva fez com que as empresas não tivessem incentivos para reduzir seus custos. Segundo Schaeffer et al (2003) na década de 1970, por exemplo, as tarifas eram equalizadas em todo o território nacional como incentivo ao desenvolvimento energético de certas regiões, fazendo com que empresas superavitárias e deficitárias compensassem, mediante transferências, os ganhos e perdas provenientes do esforço individual de cada uma delas (ver quadro 1). Em 1993, as tarifas voltaram a ser fixadas pelas concessionárias distribuidoras de energia elétrica, justificando a necessidade das empresas adequarem as suas tarifas ao mercado que atendiam, de modo a atingir um patamar satisfatório de rentabilidade.

Quanto às falhas de transição do modelo estatal para o privado, ao iniciar as privatizações em meados de 1995, ao contrário do que era esperado, as empresas privatizadas não investiram na expansão do parque gerador, priorizando o pagamento de dividendos para seus novos controladores. Assim sendo, os efeitos mais importantes dessas privatizações, segundo Fernandes et al (2005), foi uma rápida recuperação dos níveis tarifários (defasados até então), a fim de aumentar a atratividade das empresas privadas para o setor.

Em 1995, com a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, chamada “Lei das Concessões” inicia-se o processo de privatização e reforma do setor. Segundo Pêgo e Campos Neto (2008), além de criar condições para maior participação do capital

privado, a nova Lei introduziu a competição na construção de novos projetos mediante regulamentação do regime de licitação das concessões, antes exclusivo às concessionárias estaduais e federais.

A reforma para o modelo de Livre Mercado (1995 a 2003) (quadro 1) teve prosseguimento com a aprovação do Decreto nº 1.503, de 25 de maio de 1995, o qual incluiu o Sistema Eletrobrás⁵ no Programa Nacional de Desestatização (PND) e orientou as privatizações nos segmentos de geração e distribuição. Ainda, de acordo com os autores, a reestruturação foi reforçada com a Lei nº 9.074, de 7 de setembro de 1995, a qual estabeleceu as bases legais para que os grandes consumidores pudessem comprar energia livremente (Consumidores Livre), e o Decreto nº 2.003/1996 regulamentou o produtor independente de energia, peça-chave no sistema, além de autorizar a venda da produção excedente do auto-produtor.

Dando seqüência à reforma, em 1996 foi implantado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB). As principais conclusões do projeto foram, (i) a necessidade de implementar a desverticalização das empresas de energia elétrica, isto é, dividi-las nos segmentos de geração, transmissão e distribuição; (ii) incentivar a competição nos segmentos de geração e comercialização, e (iii) manter sob regulação os setores de distribuição e transmissão de energia elétrica, considerados como monopólios naturais, sob regulação do Estado. (CAMÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Observou-se também a necessidade de criação de um novo órgão regulador e fiscalizador de todas as relações no setor⁶ (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL), de um operador para o sistema elétrico nacional, o qual deveria controlar de forma integrada toda a operação do sistema elétrico, e que iniciou seu funcionamento em agosto de 1998 (Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS) e

⁵ A Eletrobrás controla grande parte dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica do Brasil por intermédio de seis subsidiárias: Chesf, Furnas, Eletrosul, Eletronorte, CGTEE e Eletronuclear. A empresa possui ainda 50% da Itaipu Binacional e também controla o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), o maior de seu gênero no Hemisfério Sul. (ELETROBRÁS, 2008).

⁶ No caso do setor elétrico, o órgão regulador se chamava DNAEE – Departamento Nacional de Energia Elétrica (1967 a 1997), sendo substituído pela ANEEL em 26/12/1996, pela Lei nº 9427. (DELGADO, 2003)

de um ambiente para a realização das transações de compra e venda de energia elétrica (Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE), o qual começou a atuar, com muitas restrições, a partir de 2000.

Goldenberg e Prado (2003) destacam que o insucesso da reforma do setor elétrico (Modelo de Livre Mercado) aconteceu não apenas devido a falta de recursos externos⁷ ou as resistências políticas encontradas no próprio governo, mas, e principalmente, às falhas de gerenciamento estratégico, coordenação e planejamento do sistema elétrico induzidas pela adoção de uma reforma calcada em experiências de outros países e inadequada às características brasileiras e ao sistema predominantemente hidrelétrico.

Em 2001, devido às falhas da reforma e a problemas hídricos (baixo volume de chuvas), o setor elétrico sofreu uma grave crise de abastecimento que culminou em um plano nacional de racionamento de energia elétrica, onde foram afetadas todas as categorias de consumidores (Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Poder Público, Iluminação Pública, Serviço Público e Consumo Próprio). De acordo com Pêgo e Campos Neto (2008), como a crise foi constatada tardiamente as medidas de resultados imediatos foram as de controle do consumo. Quanto ao governo, este se concentrou na viabilização dos projetos de construção das usinas termelétricas e reforçou o orçamento de investimento das empresas estatais.

Em 2003, segundo Marreco (2007), os problemas financeiros persistiram junto às distribuidoras levando o governo a viabilizar a implantação de um programa de antecipação de recursos via Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para as concessionárias de distribuição. Adicionalmente foi elaborado um novo modelo institucional para o setor energético (instituído pela Lei N° 10.848, de 15 de março e decreto N° 5.163 de 30 de julho de 2004), com o legado de corrigir as falhas que ocasionaram a crise, com foco principal nas questões de modicidade tarifária, universalização do acesso e na retomada do planejamento energético (quadro 1).

⁷ Havia grande dependência do setor externo para o financiamento do setor elétrico, tal fato, confirmou-se com a crise do México em março de 1995 e a crise Asiática em outubro de 1997, causando grande fuga de capitais. (CANUTO, 2000 e MARRECO, 2007).

Em termos institucionais, o novo modelo definiu a criação de uma empresa responsável pelo planejamento do setor elétrico a longo prazo, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Uma instituição com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, responsável pela comercialização de energia elétrica no sistema interligado e agregando as atividades do MAE, extinto em maio de 2004. (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Outras alterações importantes incluíram a definição do exercício do Poder Concedente ao Ministério de Minas e Energia (MME) e a ampliação da autonomia do ONS. Em relação à comercialização de energia, foram instituídos dois ambientes para celebração de contratos de compra e venda de energia: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual participam Agentes de Geração e de Distribuição de energia; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam Agentes de Geração, Comercializadores, Importadores e Exportadores de energia e Consumidores Livres.

O novo modelo do setor elétrico previa um conjunto de medidas a serem observadas pelos Agentes, como a exigência de contratação de totalidade da demanda por parte das distribuidoras e dos consumidores livres, nova metodologia de cálculo do lastro para venda de geração, contratação de usinas hidrelétricas e termelétricas em proporções que assegurem melhor equilíbrio entre garantia e custo de suprimento, bem como o monitoramento permanente da continuidade e da segurança de suprimento, visando detectar desequilíbrios conjunturais entre oferta e consumo. (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Em termos de modicidade tarifária, o modelo previa a compra de energia elétrica pelas distribuidoras no ambiente regulado por meio de leilões – observado o critério de menor tarifa, objetivando a redução do custo de aquisição da energia elétrica a ser repassada para a tarifa dos consumidores cativos.

Em suma, para Alveal (1999), o novo modelo é caracterizado por uma redefinição das funções econômicas e institucionais do Estado, principalmente para o setor

energético brasileiro. Isto é, houve um processo de transição do Estado Empreendedor para o Estado Regulador.

Observa-se no quadro 1, um resumo das principais mudanças entre os modelos pré-existentes e o modelo atual, que acabaram por resultar em transformações nas atividades e de alguns agentes do setor.

Quadro 1 – Comparativo entre os Modelos Energéticos

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado

Quadro 1 – Comparativo entre os Modelos Energéticos (continuação)

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação : 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficit (MCSD) para as Distribuidoras.

Fonte: CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (2008)

1.2. A Oferta de Energia Elétrica

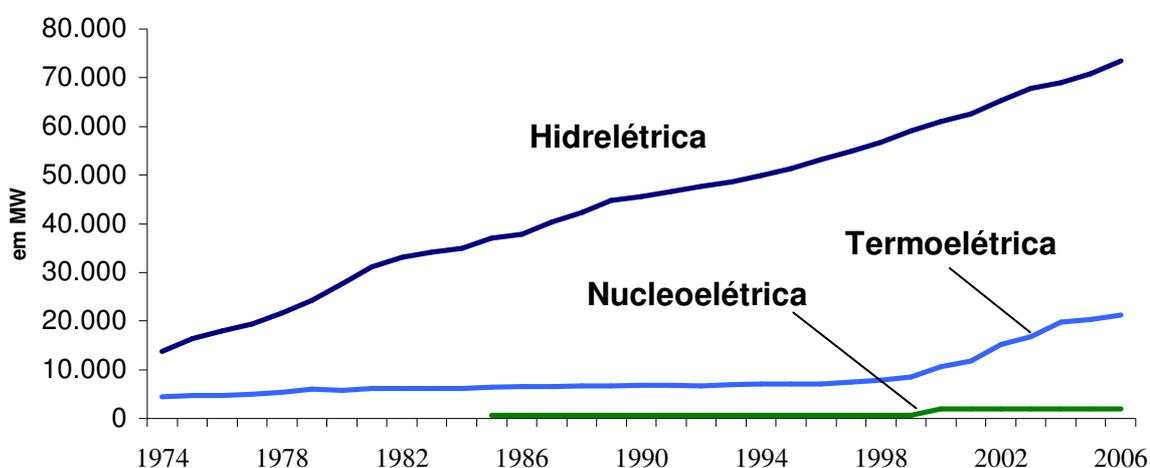
O sistema de geração de energia elétrica do Brasil, com aproximadamente 96.634 MW instalados, é basicamente hidrelétrico. Conforme pode ser observado no gráfico 1, a participação do setor foi de aproximadamente 73.000 MW em 2006, o que representa quase 76% da geração (que em condições normais é responsável pela produção de 99% da eletricidade consumida no país). Enquanto que, o setor termoeletrico e o setor termonuclear representam 22% e 2% da capacidade de geração, respectivamente.

Contudo, pode-se notar no gráfico 1, que a participação relativa percentual hidrelétrica vem diminuindo ao longo dos anos. Isso acontece porque, de acordo com o Atlas de Energia Elétrica (2005), a redução de impactos ambientais negativos⁸ e, principalmente, a diminuição de riscos hidrológicos no suprimento de

⁸ É importante observar que, em geral, usinas termoeletricas causam mais danos ao meio ambiente que as hidrelétricas, no entanto, as usinas eólicas, PCHs e de Biomassa tendem a ser menos

energia elétrica do país são objetivos que justificam políticas para diversificar a matriz energética do país. Nesse sentido, destacam-se, por exemplo, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica⁹ (PROINFA), o qual tem como principal meta a ser alcançada até 2022, o atendimento de dez por cento do consumo anual de energia elétrica no país por fontes alternativas (eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa).

Gráfico 1 – Participação dos tipos de centrais na capacidade nominal instalada (em MW) para a geração de energia elétrica no Brasil



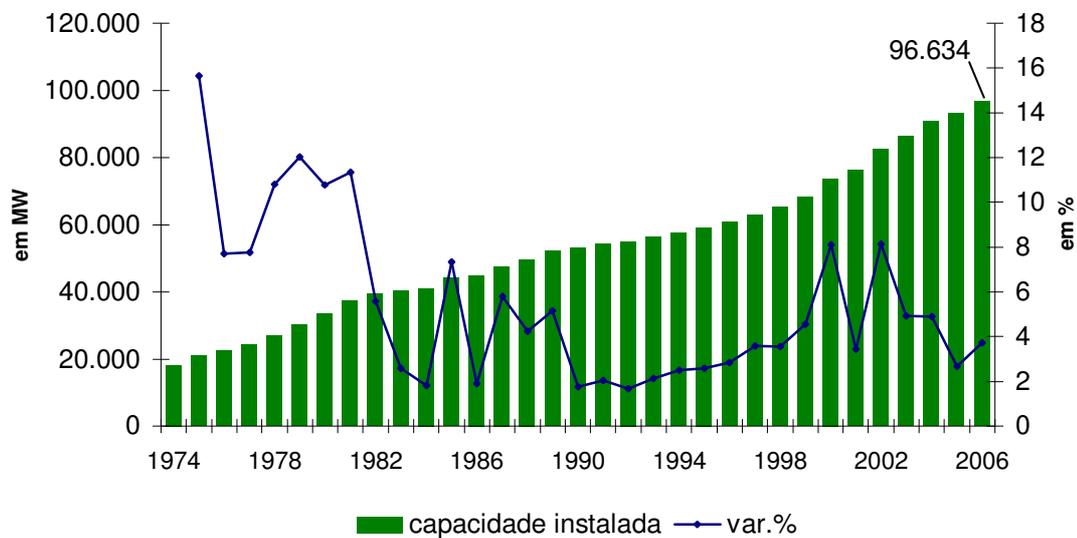
Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2007)

Quanto a evolução da capacidade instalada do setor elétrico nacional, independente da fonte energética, pode ser observado no gráfico 2 que a capacidade instalada do setor elétrico vem aumentando todos os anos desde 1974, no entanto, o aumento percentual de um ano para outro não segue o mesmo ritmo, isto porque, no período de 1996 a 2006, o aumento médio anual da capacidade instalada foi de 5% a.a., mas, quando se analisa os anos de 2005 e 2006, o ganho médio cai para 3% a.a..

danosas. Por outro lado, as usinas termelétricas diminuem o risco hidrológico. (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA, 2005).

⁹ O PROINFA é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2008)

Gráfico 2 – Evolução da Capacidade Instalada nominal de Energia Elétrica e Variação Percentual



Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2007)

Esse fato reforça a importância de prever o consumo de médio e longo prazo de energia elétrica, pois analisar se o aumento do consumo de energia elétrica irá pressionar a capacidade instalada do país nos próximos anos torna-se proeminente.

1.2.1. Peculiaridades da Oferta de Energia Elétrica no Brasil

Segundo Pires (2000), o setor elétrico brasileiro apresenta características que o diferenciam de qualquer outro no contexto internacional (por exemplo, enquanto no Brasil as centrais hidrelétricas representam 75% da oferta interna de energia elétrica, no mundo, esse percentual não passa de 16%). No caso brasileiro, conforme mencionado, a base geradora é eminentemente hidráulica, com a geração térmica exercendo apenas a função de complementaridade nos momentos de pico do sistema e/ou em momentos de riscos pluviométricos. As características do parque gerador fazem com que a geração elétrica brasileira requeira a coordenação da operação (despacho de energia) das usinas hidrelétricas para a otimização da utilização do parque instalado.

Em sua grande maioria, os reservatórios de água das usinas são utilizados de forma planejada para que se possa tirar proveito da diversidade pluviométrica nas diferentes bacias existentes. Assim, a possibilidade de interligação de bacias localizadas em diferentes regiões geográficas assegura ao sistema brasileiro um importante ganho energético, pois é possível tirar proveito das diferentes sazonalidades e dos níveis pluviométricos.

Dessa forma, de acordo com Marreco (2007), tanto os aspectos técnicos quanto econômicos devem ser salientados. Isto porque, o setor energético possui características que devem ser ressaltadas em relação a outros setores, tais como, a de monopólio natural (setor elétrico como um todo) e de indústria de rede (por exemplo, segmentos de transmissão e distribuição)¹⁰.

Além disso, segundo a autora, a estrutura em rede gera economias de escopo, de escala e de coordenação e requer a operação centralizada dos serviços. A economia de escala do setor advém da possibilidade de diluição de custos fixos de empresas com alta capacidade instalada. Quanto às economias de escopo, estas ocorrem devido à possibilidade de venda de serviços diferentes utilizando a mesma base de ativos.

De acordo com Cima (2006), no caso do setor elétrico a sub-atividade de uma função de produção e a especificidade dos ativos de transporte, tornam ineficientes pressões competitivas visando aumentar o número de agentes. Isto porque, em monopólio natural, a regulação da qualidade e do preço dos serviços de energia é que importam. Sobretudo, em indústrias de rede, onde os custos se reduzem quando se aumenta o número de consumidores conectados à rede, ou seja, os custos marginais de longo prazo tendem a ser decrescentes.

No caso do setor elétrico existem outras especificidades adicionais, como as dificuldades técnicas e a incapacidade de estocagem de energia elétrica, que determinam a estruturação de produção e logística para o atendimento instantâneo do consumo. (MARRECO, 2007)

¹⁰ Para maiores detalhes sobre esses conceitos ver Künneke (1999).

Além das características descritas, são especificidades do setor elétrico brasileiro: a) base hidrelétrica, com usinas em cascata de propriedades distintas; b) elevada intensidade de capital; c) longo prazo de maturação dos investimentos; d) grandes interligações e, e) grandes incertezas (hidrológicas, no crescimento da demanda, nos preços dos combustíveis, dentre outros).

Com relação à elevada intensidade de capital e o longo período de maturação dos investimentos, Cima (2006) destaca que algumas nações em desenvolvimento chegam a gastar até 30% de seu orçamento com empreendimentos energéticos. Ainda, entre a decisão de construção de uma usina hidrelétrica e a sua efetiva entrada em operação pode-se transcorrer de cinco a dez anos. Outra característica são os custos afundados (ou irrecuperáveis), devido ao alto grau de especialidade das atividades vinculadas ao setor (e.g. linhas de transmissão de energia elétrica).

Outro atributo técnico fundamental do setor é o equilíbrio físico, o qual requer a coordenação do sistema, isto porque suas partes operam com forte interdependência. A geração de energia elétrica pode ser obtida por meio de várias tecnologias com diferentes custos e impactos sócio-ambientais. No caso das hidrelétricas, por exemplo, o seu insumo é um fluxo aleatório baseado no regime de chuvas, o que implica em grande complexidade no processo de planejamento. (MARRECO, 2007).

Assim, as considerações das especificidades que permeiam o setor elétrico nacional com relação ao planejamento da geração e expansão tornam-se um tema proeminente. Isto porque, essas decisões, muitas vezes, são tomadas perante um ambiente de incertezas e necessita de processos sistemáticos de apoio a decisão, em especial sobre as perspectivas do futuro.

1.2.2. Sistema Interligado Nacional – SIN

O Sistema Elétrico Nacional é composto pelo Sistema Interligado Nacional (SIN), e pelos Sistemas Isolados, localizados principalmente no Norte do país (representam apenas 3,4% da capacidade de produção). O SIN é formado por empresas das

regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial. (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL, 2005).

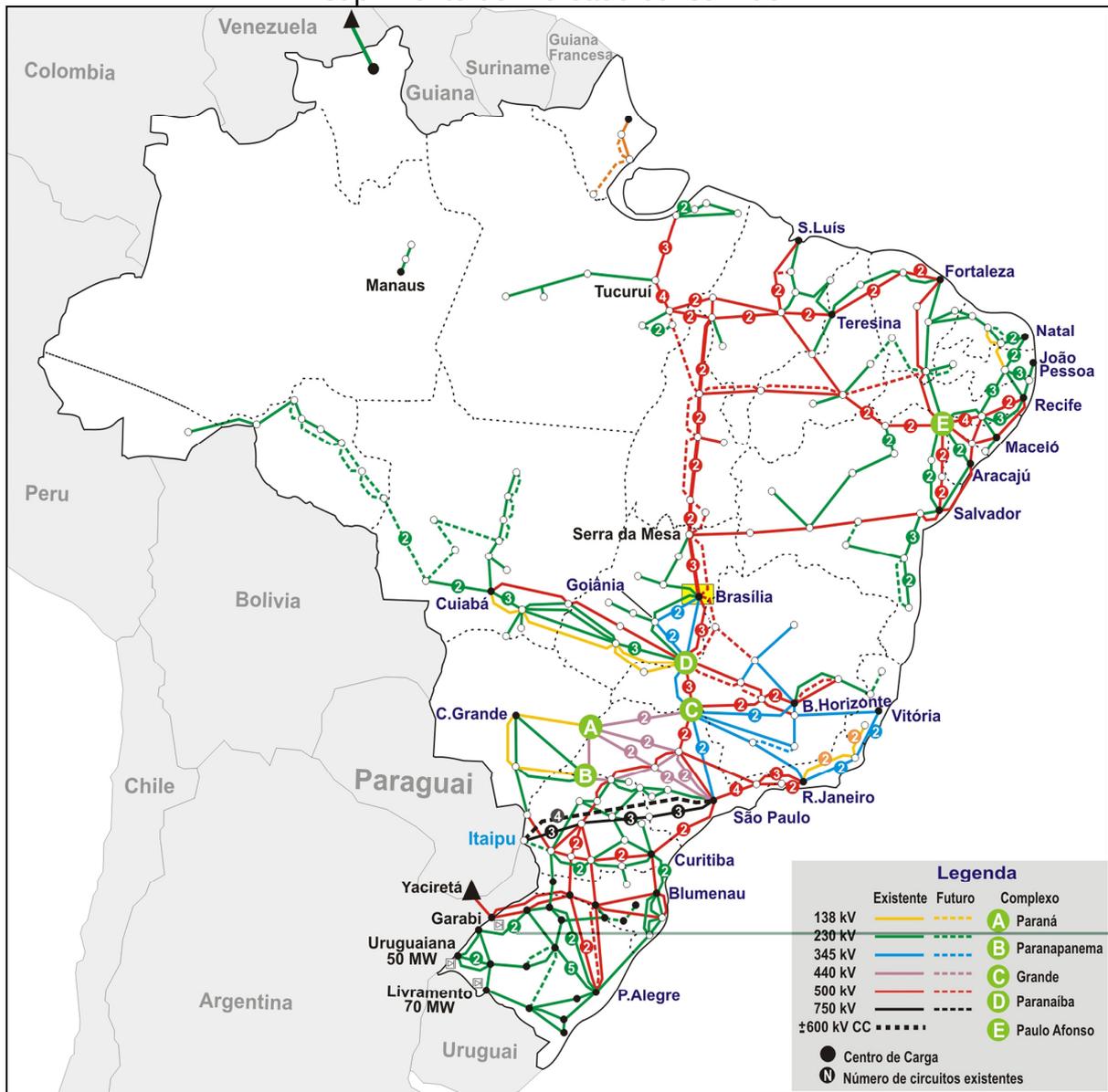
Já que as usinas hidrelétricas são construídas em espaços onde melhor se podem aproveitar as aflúncias e os desníveis dos rios, geralmente situados em locais distantes dos centros consumidores, tornou-se necessário desenvolver no país um extenso sistema de transmissão. Essa distância geográfica, associada à grande extensão territorial e as variações climáticas e hidrológicas do país, tendem a ocasionar excedente ou escassez de produção hidrelétrica em determinadas regiões e períodos do ano. A interligação viabiliza a troca de energia entre regiões, permitindo, assim, obterem-se os benefícios da diversidade de regime dos rios das diferentes bacias hidrográficas brasileiras.

Como se pode observar na figura 1, a integração entre os sistemas de produção e transmissão não é apenas para o suprimento do mercado consumidor, mas também, como liga quase todo território nacional, serve para suprir possíveis déficits de energia em Estados ou regiões com a produção abaixo do seu consumo.

É importante destacar que, além do sistema interligar o país como um todo para a distribuição de energia elétrica, há de se considerar um outro fator que é a interdependência operativa. Em outras palavras, dado que a maior parte da capacidade instalada é composta por usinas hidrelétricas, as quais se distribuem por 8 diferentes bacias hidrográficas¹¹, a interdependência operativa é causada pelo aproveitamento conjunto dos recursos hidrelétricos, através da construção e da operação de usinas e reservatórios localizados em seqüência em várias bacias hidrográficas. Assim, a operação de uma usina depende das vazões liberadas por outras. (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2008).

¹¹ Tais Bacias são: Bacia do Rio Amazonas, Bacia do Rio Tocantins, Bacia do Atlântico Norte/Nordeste, Bacia do Rio São Francisco, Bacia do Atlântico Leste, Bacia do Rio Paraná, Bacia do Rio Uruguai, Bacia do Atlântico Sudeste. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Figura 1 – Integração entre os sistemas de produção e transmissão para o suprimento do mercado consumidor



Fonte: OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (2008)

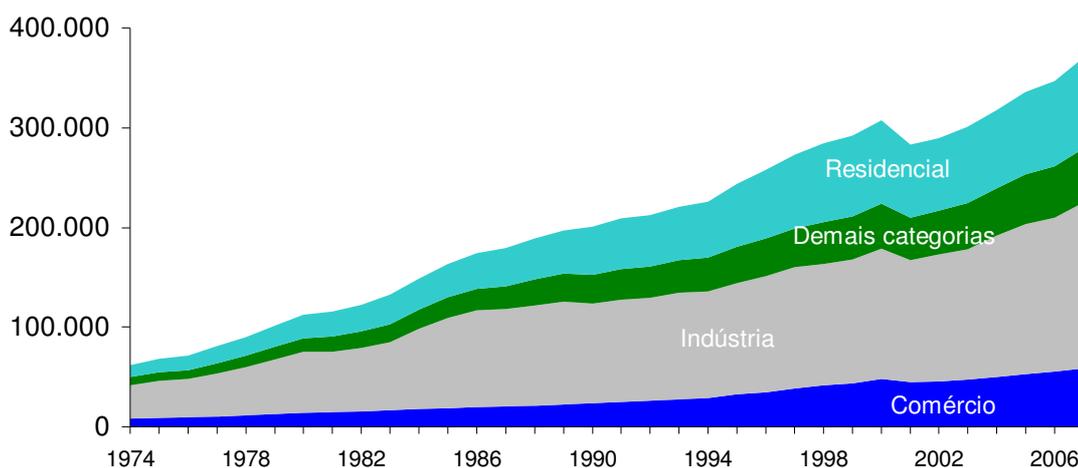
Portanto, conforme destacado por Benjamin et al (2004), a correta operação do sistema exige uma visão de conjunto no espaço e um largo horizonte de tempo para o planejamento da expansão. Dado que a idéia de operar cada usina isoladamente ou de decidir individualmente pela realização de um investimento novo não tem sentido no sistema elétrico do Brasil. Esta é também uma especificidade do sistema brasileiro.

1.3. O Consumo de Energia Elétrica

Após abordar, na seção 1.2, a oferta de energia elétrica, é importante destacar quais são as categorias que mais estão consumindo este insumo no país e como este consumo está variando ao longo dos anos. Ainda, torna-se relevante considerar a relação entre consumo de energia elétrica e o PIB, conforme já observado por Marreco (2007). Por último, será observado o consumo de energia elétrica de forma mais desagregada, com destaque para os setores trabalhados nesta dissertação.

Quanto ao consumo de energia elétrica no Brasil (gráfico 3), este atingiu o patamar de aproximadamente 370.365 GWh em 2007, que comparado com o ano anterior, apresentou um acréscimo de 6,64%. Com relação ao consumo das categorias, a residencial apresentou um consumo de 90.940 GWh (25% do consumo total), a categoria industrial e comercial apresentaram um consumo de 166.427 GWh (45% do consumo total) e 58.870 GWh (16% do consumo total), respectivamente. E as demais categorias (Rural, Poder Público, Iluminação Pública, Serviço Público e Consumo Próprio) consumiram 54.128 GWh (15% do consumo total).

Gráfico 3 – Consumo de Eletricidade – em GWh



Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2007)

Quando comparado o consumo de energia elétrica entre os anos de 1974 e 2006, verifica-se um aumento de aproximadamente 500% (o PIB variou 165% no mesmo

período), todavia, esse resultado é pouco significativo em termos de análise. Mas, quando se aborda o consumo das categorias pode-se chegar a uma discussão mais apurada, isto porque, observa-se que a classe comercial e demais categorias aumentaram a participação em relação ao consumo total em aproximadamente 2,72% e 1,70% respectivamente, ou seja, praticamente estáveis. No entanto, quando se analisa a classe residencial, verifica-se aumento na participação de 5%, e a classe industrial, queda de aproximadamente 10%. (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007)

Tal análise torna-se proeminente porque, segundo a *Key Word Energy Statistics* (2007), no ano de 2005, a relação OIE¹²/PIB no Brasil foi de 0,31 tep¹³/mil US\$(2000)¹⁴, que comparativamente é mais alta que Estados Unidos (0,21), Argentina (0,20) e Japão (0,11). Essa disparidade no indicador é fruto da estrutura produtiva intensa em energia e capital brasileira, isto é, o país é um grande produtor e exportador de produtos como, aço, ferroligas, açúcar e alumínio. Por sua vez, ainda que a OIE englobe o total de energia (e.g. combustíveis), pode-se perceber, com a queda na participação de 10% do setor industrial no quesito energia elétrica, que esse setor está diminuindo sua fatia no consumo, e como consequência, na estrutura produtiva do País. (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007).

Conforme destacam Pêgo e Campos Neto (2008), estão ocorrendo mudanças no perfil do mercado consumidor, principalmente na classe industrial¹⁵, isto em virtude da reduzida taxa de crescimento do produto industrial, da modernização tecnológica, do uso mais eficiente da eletricidade e da menor participação das indústrias eletrointensivas, que não apresentam expansões significativas. Pires et al (2001), corroboram esse argumento, ao identificarem a queda na participação industrial e

¹² É importante observar que o termo "OIE" (Oferta Interna de Energia) está relacionado ao consumo de energia do país, e não o quanto o país está investindo para gerar os insumos energéticos, como por exemplo, construção de uma usina hidrelétrica ou uma refinaria de petróleo. (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007).

¹³ Tep" é abreviatura de "toneladas equivalente em petróleo", serve como uma medida de conversão para uma unidade de medida comum, das quantidades de diferentes fontes de energia. Isso permite que as quantidades de energia oriundas de fontes diferentes possam ser adicionadas. (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007).

¹⁴ Dólar referente ao ano de 2000.

¹⁵ A elasticidade-renda do consumo caiu de 3,8, em média, na década de 1980 para 1,7 na década de 1990. (PÊGO e CAMPOS NETO, 2008)

sugerirem a ocorrência de mudanças estruturais no crescimento da indústria nacional derivadas de sua modernização e do uso mais eficiente de energia elétrica.

Por outro lado, a participação da categoria residencial apresentou um acréscimo de 5% neste período em relação ao consumo total. Este fato pode ser creditado, entre outros fatores ao aumento do acesso da população à energia elétrica, e ainda, a elevação do poder aquisitivo da mesma, dado que as maiores variações aconteceram pós 1986 (Plano Cruzado) e pós 1994 (Plano Real)¹⁶, ambos considerados indutores do poder aquisitivo, pelo menos no período e imediatamente após os mesmos. Contudo, conforme destacado por Chagas (2008), após a crise de energia elétrica de 2001, há uma diminuição no consumo de eletricidade das famílias devido ao racionamento, e esta mudança se manteve durante os anos subseqüentes, pois ocorreram alterações nos hábitos das famílias.

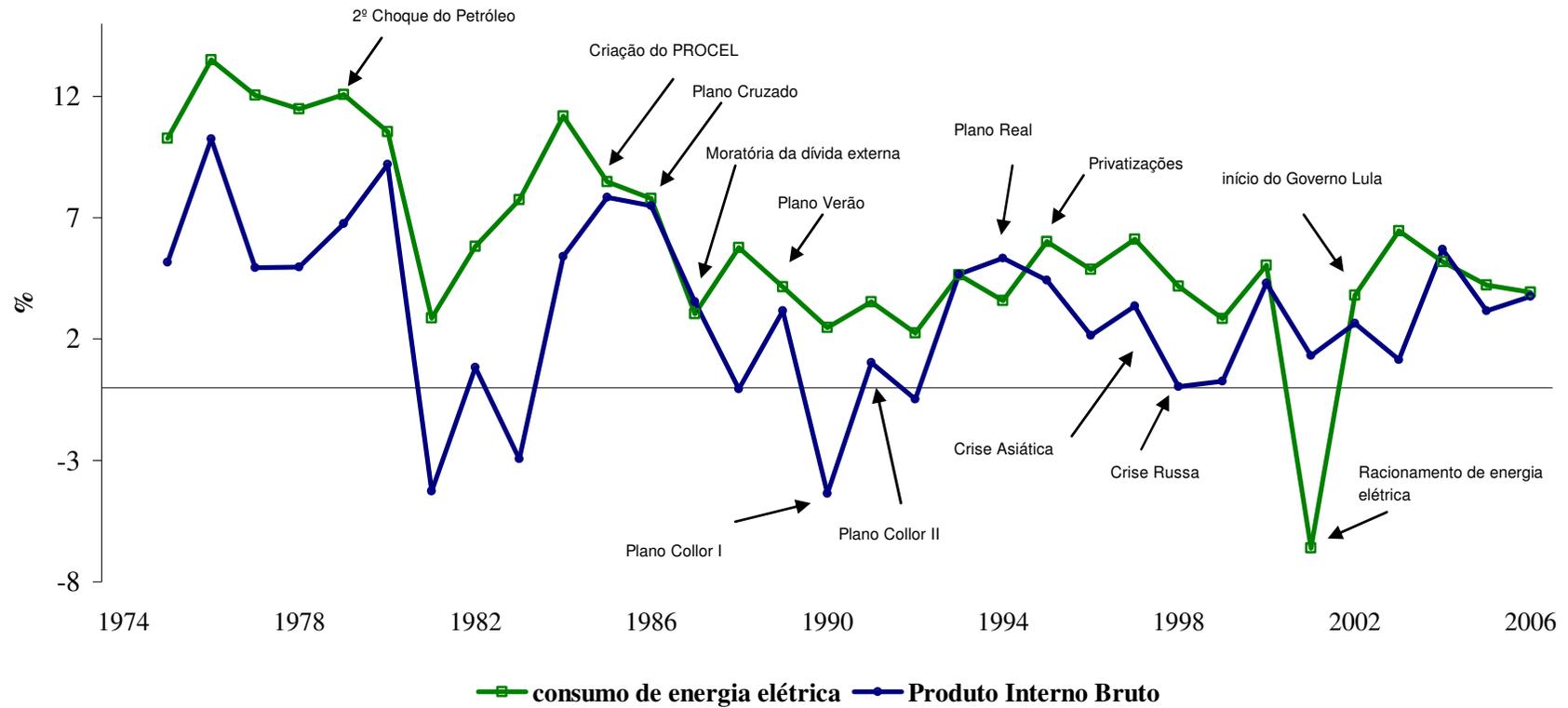
É proeminente também analisar a relação entre o consumo de eletricidade e o PIB do país. Conforme pode ser observado no gráfico 4, no qual é feita uma relação entre o consumo de energia elétrica e o PIB no Brasil sob o prisma dos principais eventos políticos e econômicos, existe uma forte relação entre essas variáveis, especificamente, o grau de correlação entre elas é de 0,9870¹⁷. Em outras palavras, uma redução no PIB do país implica em uma queda no consumo de energia elétrica e vice-versa. No entanto, tal relação não é tão direta quanto parece, isso porque, o consumo de energia elétrica tende a aumentar percentualmente mais que o PIB.

Conforme pode ser observado no gráfico 4, durante o período de 1974 a 2006, apenas em 2001, ano do racionamento energético, há uma variação negativa no que diz respeito ao consumo de energia elétrica, confirmando que apesar da relação direta entre tais variáveis, o consumo de energia elétrica tende a crescer continuamente durante os anos. Além disso, constatou-se que, em média, o consumo de eletricidade cresce ao ano, 2,44% a mais que o PIB. Embora, nos últimos 10 anos (1996 a 2006), esse consumo ter sido superior, em média, a 1,20% do crescimento do PIB (excluindo o dado de 2001).

¹⁶ Pires et al (2001, p.14) e Pêgo e Campos Neto (2008) corroboram essa afirmativa.

¹⁷ Resultado obtido com base no programa EViewsTM.

Gráfico 4 - Comparação entre o Consumo de Energia Elétrica e o PIB



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008) e BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2007)

Ainda, é importante observar que essa variação deve permanecer nos próximos anos, isto porque o racionamento de 2001 provocou vários efeitos no consumo, isto é, de acordo com Marreco (2007), houve deslocamento de parte do consumo de energia elétrica para outros energéticos; ocorreu um aumento na conservação de energia¹⁸, seja via melhora da eficiência energética dos produtos ou racionalização do uso; e uma queda no crescimento econômico no ano de 2001. Em outras palavras, mudanças no hábito do consumidor, tais como, eficiência energética e deslocamento no consumo tendem a permanecer ao longo dos anos¹⁹.

Portanto, esse resultado permite concluir de maneira exploratória, que, *ceteris paribus*, o consumo de energia elétrica no país cresce, em média, a variação no PIB mais aproximadamente 1,20%²⁰.

Outra característica importante de ser observada, diz respeito aos acontecimentos econômicos tanto no Brasil quanto no Mundo e a influência sobre o PIB, e conseqüentemente no consumo de energia elétrica. Por exemplo, conforme pode ser observado no gráfico 4, crises mundiais como o 2º Choque do Petróleo (1979) e a Crise Asiática (1997-98) influenciaram negativamente o PIB e por conseguinte afetaram o consumo de energia elétrica. Sobre esse assunto, Brambilla et al (2004) afirmam que a crise do setor elétrico poderia ter sido agravada durante a década de 1980, não fosse a crise do petróleo, pelo contrário, o País passou por forte recessão e o setor operou com capacidade ociosa.

Quanto a aspectos econômicos ocorridos no Brasil (gráfico 4), alguns Planos de Estabilização influenciaram o consumo do insumo energia elétrica. Conforme destacado anteriormente, o consumo elevado de energia elétrica na segunda metade da década de 1990, deveu-se aos efeitos do Plano Real (1994), portanto, tal afirmação corrobora a análise de que variações no PIB implicam em variações no consumo de energia elétrica.

¹⁸ Chagas (2008) corrobora essa idéia para o consumo residencial.

¹⁹ Vale observar que há estudos controversos sobre tal assunto, como por exemplo, pode-se citar o trabalho de Dias (2008), onde o autor mostra que a economia de energia, fruto do racionamento, vem diminuindo ao longo dos anos, isto é, o padrão de consumo pós-rationamento está se aproximando do patamar esperado caso este evento não tivesse ocorrido.

²⁰ É importante lembrar que o próprio Governo Federal utiliza esse dado para estimar a previsão de consumo de energia elétrica, conforme pode ser observado no relatório do Programa de Aceleração do Crescimento (PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO, 2008).

Dessa forma, conhecer os aspectos do consumo é importante num contexto de previsão de energia elétrica de longo prazo, pois, ao avaliar os dados previstos, o formulador de política econômica poderá ter uma visão empírica dos dados, ou seja, terá a capacidade de analisar se essa relação está se mantendo no longo prazo, e, se não, permitirá que o mesmo justifique esta mudança, ou então perceba algum viés na especificação do modelo.

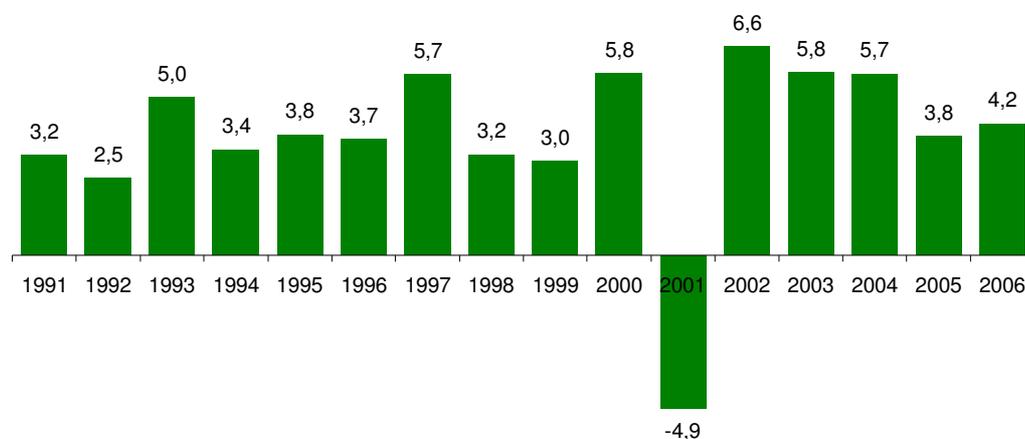
Assim sendo, na seção 1.3.1 o consumo de energia elétrica será observado de maneira ainda mais desagregada, baseado na desagregação setorial do Balanço Energético Nacional (2007) que é utilizada neste trabalho. Dessa maneira, a avaliação preditiva do capítulo 3 poderá ser comparada com os dados reais de consumo de energia elétrica, fato que possibilitará mais acurácia a análise.

1.3.1. Consumo Setorial de Energia Elétrica

Conforme se pode observar no gráfico 5, a exceção do ano de 2001 devido ao racionamento de energia elétrica, o consumo de eletricidade dos setores observados (Agropecuária; Mineração e Pelotização; Minerais não metálicos; Ferro e Aço; Metais não ferrosos e outras metalurgias; Papel e Celulose; Química; Alimentos e Bebida; Têxtil e Vestuário; Outras Indústrias; Comércio e Serviços, Transporte e Serviços Públicos e SIUP) vêm crescendo durante os últimos 5 anos num patamar de 5%, atingindo em 2006 um consumo de aproximadamente 305.000 GWh de energia elétrica. Esse valor representa 84% do consumo de energia elétrica no Brasil.

Dado a importância do consumo de energia elétrica setorial como um todo, torna-se também proeminente verificar o comportamento deste consumo em cada setor, pois dessa forma, ao projetar um agregado macroeconômico (capítulo 3) e verificar a variação desse consumo poder-se á observar a relevância das previsões.

Gráfico 5 – Variação Percentual do consumo de Energia Elétrica dos setores observados

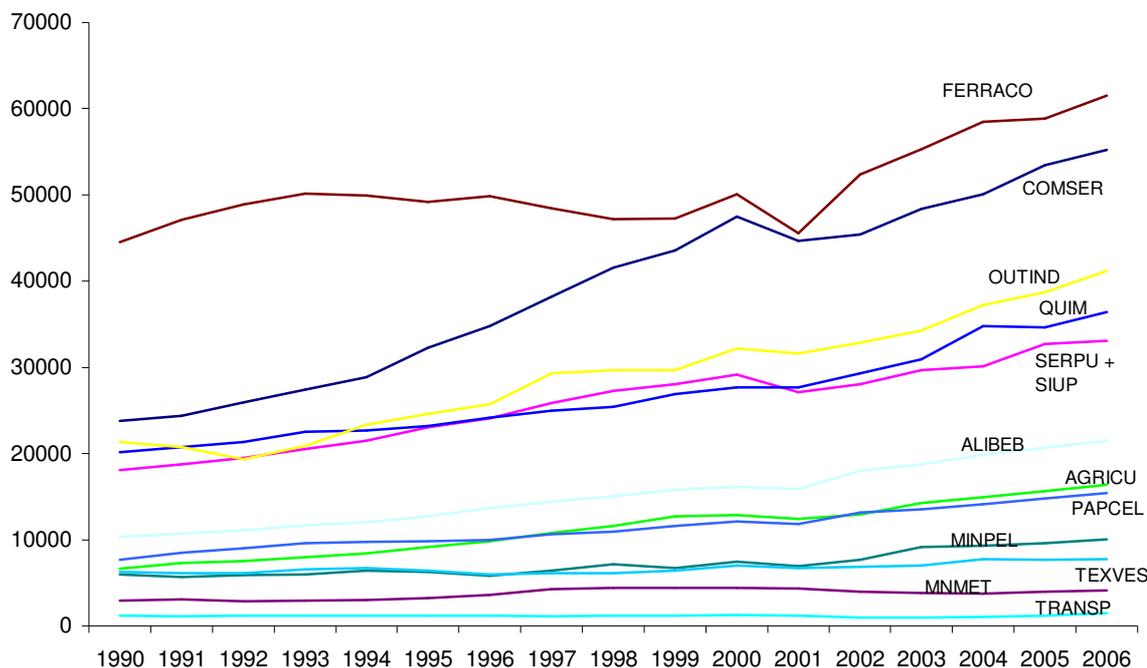


Fonte: Balanço Energético Nacional (2007)

Assim, conforme pode ser observado no gráfico 6, o setor que mais consumiu energia elétrica em 2006, foi o de Ferro e Aço, Metais não Ferrosos e outras Metalurgias (FERRACO) (61.485 GWh). Ainda, verifica-se que apesar de uma queda de consumo em 2001 de aproximadamente 9% em relação a 2000, o setor recuperou-se e cresceu 31% o seu consumo no período de 2002 a 2006.

Com relação ao setor de Comércio e Serviços (COMSER), há também uma queda significativa no consumo em 2001 de 6%, no entanto, no período 2002 a 2006 o mesmo se recupera (24%) e atinge o patamar de aproximadamente 55.000 GWh em 2006. Quanto ao setor Outras Indústrias (OUTIND), seu comportamento é um pouco diferente, isto porque, em 2001, o consumo do setor cai apenas 1,75% e, no período 2002 a 2006, o consumo aumenta os mesmos 31% do setor de Ferro e Aço, Metais não Ferrosos e outras Metalurgias. Tal fato, faz com que o consumo deste setor atinja o patamar de aproximadamente 41.000 GWh. Ainda, vale salientar que, o somatório do consumo desses três setores em 2006, representa cerca de 50% do consumo total de eletricidade do conjunto de setores.

Gráfico 6 – Evolução do Consumo Real de Energia Elétrica (em GWh) Setorial



Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2007)

Quanto a indústria Química (QUIM) (consumo, em 2006, de 36.420 GWh), observa-se um comportamento semelhante ao setor de Outras Indústrias, ou seja, este setor teve uma leve queda no consumo em 2001 de apenas 0,19%, e ainda, cresceu no período de 2002 a 2006 os mesmos 31% dos outros dois setores citados anteriormente. O setor de Serviços Público e S.I.U.P., consumiram em 2006, um total de 33.049 GWh, com uma variação positiva no consumo do ano de 2004 para o ano de 2006 de aproximadamente 10%.

A indústria de Alimentos e Bebidas (ALIBEB) foi a que apresentou o segundo maior crescimento no consumo de eletricidade, no período de 2002 a 2006, cerca de 35%. Além disso, em 2001, o consumo do setor teve um decréscimo de apenas 1,64%. Tal fato, permitiu ao setor, passar de um consumo de aproximadamente 15.000 GWh em 2001 para quase 22.000 GWh em 2006. Quanto a agricultura (AGRICU), acompanhando o bom desempenho do setor no país o consumo de eletricidade aumentou 32%, entre 2002 e 2006, e alcançou um nível de mais ou menos 16.000 GWh em 2006. Quanto a indústria de Papel e Celulose (PAPCEL), seu comportamento foi semelhante ao setor agrícola, com um acréscimo do consumo no

período 2002/06 de 32%, e um consumo em 2006 de aproximadamente 15.500 GWh.

A indústria de Mineração e Pelotização (MINPEL) foi a que teve o maior aumento do consumo em termos percentuais no período de 2002 a 2006. O setor apresentou um acréscimo de aproximadamente 45%, com um consumo de cerca de 10.000 GWh em 2006. A indústria Têxtil e de Vestuários (TEXVES) consumiu cerca de 7.775 GWh em 2006, com uma variação positiva no consumo de 16% para o período 2002/06.

Por fim, com relação ao setor de Minerais não Metálicos (MNMET), observa-se que foi o único setor a apresentar variação negativa (-5,5%) no consumo de eletricidade para o período de 2002 a 2006 e, em 2006, seu consumo foi de 4.120 GWh. Com relação ao Transporte (TRANSP), este é um setor que consome uma pequena quantidade de energia elétrica (1.462 GWh, em 2006). O setor, após queda acentuada no consumo em 2001 e 2002, cerca de 25%, recupera nos próximos anos e supera o patamar de consumo de 2001.

Assim, pode-se concluir que os setores influenciam no consumo de energia elétrica do país, e ainda, que todos os setores, em média, com exceção do Minerais não Metálicos, apresentaram variações positivas com relação ao consumo de eletricidade superiores a 30% para o período de 2002 a 2006, dessa forma, fica claro a relevância deste estudo.

Logo, a elaboração deste capítulo torna-se útil, em primeiro lugar, para conhecer o setor de energia elétrica e sua relação com o PIB do País, isto porque, estes são os dois principais componentes de estudo dessa dissertação. Em segundo lugar, esta parte serve de subsídio aos próximos capítulos, ou seja, o melhor conhecimento do setor proporcionará melhor compreensão da metodologia e de sua aplicabilidade.

BASE DE DADOS E METODOLOGIA

Neste capítulo aborda-se a base de dados e a metodologia do trabalho. A técnica utilizada é baseada no modelo de insumo-produto proposto por Leontief. Além disso, será explicitado um avanço com relação ao modelo básico, que é a integração de um modelo econométrico ao modelo de IP. Conforme destacado na introdução, a análise consiste em prever alguns agregados macroeconômicos de forma setorial (EC) e interliga-los à matriz IP, e a partir daí avaliar o consumo total e setorial de energia elétrica para três diferentes cenários (otimista, moderado e pessimista).

Este capítulo está organizado da seguinte forma: a primeira parte trata da base de dados utilizada no modelo econométrico e analisa, de forma exploratória, a matriz de IP. Na segunda seção, aborda-se o método de insumo-produto. Dando seqüência, explicita-se a metodologia de séries de tempo, destacando os métodos de Amortecimento Exponencial e Box & Jenkins e os motivos pelos quais os mesmos foram utilizados. Na seção 2.2.4, verificam-se alguns métodos para integrar um modelo econométrico a uma matriz de insumo-produto (EC+IP). Por fim, enfatiza-se o método utilizado para fazer o *link* entre os resultados econométricos e a matriz de IP.

2.1. Base de Dados

Esta parte é direcionada à apresentação do procedimento na preparação dos dados utilizados na estimação dos agregados macroeconômicos (exportações, importações e consumo), para a decomposição estrutural da matriz de IP e análise dos dados de 2005 do Balanço Energético Nacional.

Para estimar os agregados macroeconômicos por setores da economia brasileira, foram utilizados dados do consumo - C , das exportações - X e importações - M . Sendo que a formação bruta de capital fixo (FBCF) - I e os gastos do governo - G , foram tratados como exógenos ao módulo econométrico.

Quanto à matriz de insumo-produto, foi utilizada a matriz de 2005, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008). Ainda, é importante lembrar que, houve uma agregação da matriz com o objetivo de compatibilizá-la com o Balanço Energético Nacional de 2005.

Portanto, faz-se necessário uma abordagem mais detalhada sobre estes dois tópicos (preparação dos dados e matriz de IP, com adendo ao BEN 2005).

2.1.1. Preparação dos Dados

Normalmente, os dados disponibilizados para o consumo das famílias são gerados tanto em preços constantes como em preços correntes. Neste trabalho, optou-se, primeiramente, por contrair os dados setoriais em preços correntes e a partir daí, convertê-los em Reais e deflacioná-los a preços constantes de 2003.

O período selecionado foram os anos de 1974 a 2003, isto porque, não há dados setoriais disponíveis fora do período mencionado para o consumo das famílias. Vale ressaltar a dificuldade para deflacionar os dados, pois, somente no período em que as variáveis foram selecionadas a economia brasileira se defrontou com graves problemas de inflação (ver tabela 1) e sete Planos Econômicos de conversão da moeda. Apesar disso, os dados foram atualizados para o ano de 2003, onde, para isto, adotou-se o deflator implícito do PIB. Tal escolha foi baseada na relação que tal

deflator tem com todos os setores da economia, dado que o mesmo mede a inflação da economia como um todo²¹.

Tabela 1 – Deflator Implícito do PIB (variação percentual anual)

Ano	Deflator	Ano	Deflator	Ano	Deflator
1974	34,6	1984	201,7	1994	2251,7
1975	33,9	1985	248,5	1995	93,5
1976	41,2	1986	149,2	1996	17,1
1977	45,4	1987	206,2	1997	7,6
1978	38,2	1988	628,0	1998	4,2
1979	54,4	1989	1304,4	1999	8,5
1980	92,1	1990	2737,0	2000	6,2
1981	100,5	1991	416,7	2001	9,0
1982	101,0	1992	968,2	2002	10,6
1983	131,5	1993	2001,4	2003	13,7

Fonte: IBGE (2008)

Quanto aos dados referentes à exportação e importação setorial ambos foram obtidos “*Free on Board (FOB)*”, ou seja, os valores são contabilizados sem a adição de fretes e impostos, e, disponíveis em Dólar. Vale observar que, o período selecionado foram os anos de 1974 a 2007, diferentemente do consumo, devido a disponibilidade de dados para esses anos.

Nos anexos 2 e 3 encontram-se os resultados atualizados para o ano de 2003 de acordo com o câmbio médio vigente na época. No quadro 2, é possível observar, de forma resumida, a fonte das variáveis e como as mesmas foram atualizadas para o ano de 2003.

Quadro 2 – Fonte e Atualização das Variáveis

	Variável	Fonte	Deflator/Taxa de Câmbio
<i>C</i>	Consumo	Contas Nacionais e Estatísticas do Século XXI – IBGE Período: 1974 - 2003	Deflator Implícito do PIB IBGE(2008)
<i>X</i>	Exportações	Aliceweb – MDIC Período: 1974 - 2007	R\$ / US\$ (2,88) – comercial - médio (2003)
<i>M</i>	Importações	Aliceweb – MDIC Período: 1974 - 2007	R\$ / US\$ (2,88) - comercial - médio (2003)

Fonte: elaboração própria do autor

²¹ Os dados deflacionados referentes ao consumo, para o ano de 2003, se encontram no anexo 1.

2.1.2. Matriz de Insumo-Produto e Balanço Energético Nacional

Com a finalidade de fazer um trabalho que permita uma discussão mais atual da economia brasileira, utiliza-se a matriz estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), a partir das informações obtidas das Contas Nacionais do Brasil, objetivando integrá-la a um modelo econométrico.

A matriz insumo-produto geral para a economia brasileira, apresenta as informações cujo enfoque é o produto por setor a preços básicos (preço de mercado dos bens e serviços menos os impostos indiretos líquidos e as margens de transporte e comercialização), isto permite que cada produto seja produzido por mais de um setor e que cada setor produza mais de um produto, ou seja, existe uma matriz de produção e outra de uso dos insumos. A dimensão da matriz de produção e da matriz de uso de bens e serviços é de 110 produtos por 55 setores, no entanto, para a elaboração deste trabalho utilizou-se da matriz de usos agregada (isto é, a agregação da matriz foi feita a partir de uma “*Market-share*” elaborada de acordo com a matriz de produção) do tipo “setor x setor” (55 x 55).

A partir da matriz de insumo-produto agregada (setor x setor) para a economia brasileira e dos resultados do Balanço Energético Nacional do ano de 2005, far-se-á uma compatibilização entre as duas bases de dados, isto porque, ambas não contemplam o mesmo número de setores. A agregação adotada é mostrada no anexo 4, onde os setores em negrito denotam-se àqueles que foram agregados.

Além disso, para obter o resultado do consumo de energia elétrica em valores físicos, foram utilizados dados de uso de energia em tep, disponíveis para o ano de 2005 no Balanço Energético Nacional (BEN, 2007) e convertido para gigawatts-hora (GWh).

Na tabela 2 é apresentado um coeficiente de energia elétrica (GWh/PIB)²², no qual é possível observar os setores mais intensivos no consumo de eletricidade com relação ao seu produto. Conforme pode ser observado o setor de Ferro e Aço,

²² É importante observar que tal coeficiente foi utilizado para construir a matriz P (seção 2.2.).

Metais não ferrosos e Outras Metalurgias é o que mais consome energia em relação ao seu PIB, apresentado um índice de 1,162.

Para facilitar a análise padronizou-se o resultado do setor com maior consumo, tornado-se possível comparar o resultado dos demais setores com o setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e Outras Metalurgias. Assim, conforme se pode verificar o setor que mais aproximou seu coeficiente de consumo do setor 3 foi o de Alimentos e Bebidas com um índice de 0,390 (ou 34% do setor 3).

Tabela 2 – Coeficiente de Energia Elétrica (GWh/PIB)

Setores	Coeficientes	Padronização #
1 Agropecuária	0,149	13
2 Alimentos e Bebidas	0,390	34
3 Ferro e Aço, Metais não ferrosos e Outras Metalurgias	1,162	100
4 Minerais não Metálicos	0,338	29
5 Outras Indústrias	0,227	20
6 Papel e Celulose	0,324	28
7 Química	0,348	30
8 Têxtil e Vestuário	0,244	21
9 Mineração e Pelotização	0,213	18
10 Comércio e Serviços	0,065	6
11 Serviços Públicos + Eletricidade	0,094	8
12 Transportes	0,013	1

(#) padronização de acordo com o setor 3. Resultados em termos percentuais.

Fonte: elaboração própria do autor.

Os setores Químico (0,348), Minerais não Metálicos (0,338) e Papel e Celulose (0,324) foram intermediários no consumo de energia elétrica, apresentando um patamar de 30% se comparado com o setor 3. O setor com menor consumo em relação ao PIB foi o de Transportes com um coeficiente de 0,013.

A seguir é apresentado uma análise dos setores-chave da “nova matriz de IP”. Tal atitude se justifica, pois, após a matriz ter sido agregada é importante observar o comportamento dos “novos setores”.

Segundo Chiari et al (2002) a mais conhecida abordagem da análise de insumo-produto provavelmente é a determinação dos “setores-chave”, considerados, na literatura, como prioritários para a promoção do crescimento econômico regional. De acordo com Guilhoto (2004), a partir do modelo básico de Leontief, e seguindo-se Rasmussen (1956) e Hirschman (1958), consegue-se determinar quais seriam os setores com o maior poder de encadeamento (ligação) dentro da economia²³.

O primeiro passo na seleção de um setor-chave é calcular os índices de interligação para trás (*backward linkages effects*) e de interligação para frente (*forward linkages effects*). Ambos descrevem a extensão relativa em que cada setor é afetado, direta e indiretamente por uma variação de uma unidade monetária na demanda final do setor. (CHIARI et al, 2002).

Setores-chave são aqueles que possuem fortes efeitos de encadeamento em termos do fluxo de bens e serviços, ou seja, aqueles que apresentam, simultaneamente, índices de interligação para frente (U_i) e para trás (U_j) com valores superiores à unidade.

Utilizando-se a matriz insumo-produto agregada para o ano de 2005 e calculados os índices de encadeamento constata-se a existência no Brasil de apenas dois setores chave, conforme pode ser observado na tabela 3. Isso implica que os setores que proporcionam maiores encadeamentos no país são: Têxtil e Vestuário (TEXVES) e a Indústria Química (QUIM). No entanto, vale lembrar que, apenas o setor de Mineração e Pelotização e Serviços Públicos não apresentaram nenhum encadeamento relevante no país.

Quanto aos setores que apresentaram os maiores índices, destaque para o setor de Minerais não Metálicos (MNMET) e a indústria de Têxteis e Vestuário, ambos obtiveram os maiores índices de ligação para trás, o que significa que tais setores demandam muito dos demais setores para produzir seu produto final. Com relação aos setores que apresentaram maiores índices de ligação para frente, destaque para

²³ Para maiores detalhes sobre a metodologia e aplicações ver: Casimiro Filho (2002); Chiari (2002); Guilhoto (2004) e Vieira (1996).

o setor Químico e de Comércio e Serviços (COMSER). Neste caso, determina o quanto esses setores são demandados pelos outros setores (tabela 3).

Tabela 3 – Índice de Ligação para Trás e para Frente

Setores	U _j	U _i	P/ TRAS	P/ FRENTE
AGRICU	0,915	1,125	-	X
MINPEL	0,720	0,885	-	-
ALIBEB	1,014	0,677	X	-
TEXVES	1,216	1,173	X	X
PAPCEL	1,057	0,848	X	-
QUIMIC	1,019	1,773	X	X
MNMET	1,260	0,768	X	-
FERAÇO	1,192	0,801	X	-
OUTIND	0,959	1,033	-	X
COMSER	0,790	1,353	-	X
TRANSP	1,084	0,772	X	-
SERPUB	0,772	0,794	-	-

Fonte: elaboração própria do autor

Por fim, tal análise faz-se necessária, pois possibilita compreender melhor a matriz de IP que será utilizada neste trabalho e facilitará possíveis conclusões e recomendações quando dá análise dos resultados nos capítulos subsequentes.

2.2. Metodologia

Essa seção traz uma seqüência resumida da metodologia utilizada nessa dissertação, abordando as principais equações e os passos que serão executados para chegar aos resultados. Isto é:

(a) A partir da principal equação do modelo aberto de IP:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (2.1)$$

onde A é uma matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$, e X e Y são vetores coluna de ordem $(n \times 1)$.

(b) Estimam-se através do módulo econométrico²⁴ (Modelo de Amortecimento Exponencial e Box & Jenkins) três agregados macroeconômicos (consumo das famílias, exportações e importações) setorialmente (e.g. Têxtil e Vestuário) Matematicamente tem-se:

$$Y_{i,t} = C_{i,t} + \bar{I} + \bar{G} + E_{i,t} - M_{i,t} \quad (2.2)$$

onde $Y_{i,t}$ representa o somatório dos agregados macroeconômicos; $C_{i,t}$ o consumo das famílias; $E_{i,t}$ as exportações e $M_{i,t}$ as importações, onde ambos são vetores ($n \times 1$) e estão representados de forma setorial. Ainda, \bar{I} e \bar{G} são considerados como componentes exógenos ao módulo econométrico.

(c) Após fazer a estimação, adota-se a estratégia de integração por Ligação, onde o módulo EC alimenta o IP com os dados previstos. Em outras palavras, conforme pode ser observado na equação (2.3), ao estimar o consumo das famílias setorialmente (mantendo-se os demais componentes constantes), haverá uma variação na demanda final. Da mesma forma, isso acontecerá para as equações (2.4) e (2.5), no entanto, agora variando as exportações e as importações.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta Y_{i,t+1} = \Delta C_{i,t+1} + \bar{I} + \bar{G} + E + M \quad (2.3) \\ \Delta Y_{i,t+1} = C + \bar{I} + \bar{G} + \Delta E_{i,t+1} + M \quad (2.4) \\ \Delta Y_{i,t+1} = C + \bar{I} + \bar{G} + E + \Delta M_{i,t+1} \quad (2.5) \end{array} \right.$$

(d) Por fim, será possível obter o consumo de energia elétrica de forma setorial baseado em projeções setoriais e não apenas com variações da economia como um todo, isto é:

$$EE_{i,t} = PX_{i,t}$$

onde EE é um vetor $nx1$ de consumo setorial de energia elétrica medido em GWh. P é uma matriz diagonal nxn cuja diagonal principal são coeficientes de uso setorial de energia elétrica medidos pela razão entre em GWh e PIB, ambos setoriais.

²⁴ É importante observar que serão utilizados os intervalos de confiança (“lower” ; “upper”) para criar cenários. Para maiores detalhes ver seção 2.2.3.

2.2.1. Modelo de Insumo-Produto

Insumo-produto é o nome dado ao ferramental desenvolvido por Wassily Leontief em aproximadamente 1930. O termo análise inter-industrial é também usado porque a idéia fundamental da análise de insumo-produto são as relações de interdependência entre as indústrias em uma economia (MILLER e BLAIR, 1985).

Segundo, Miller e Blair (1985), a informação fundamental da análise de insumo-produto consiste nos fluxos de cada setor industrial produtor para cada um dos setores consumidores (tabela 4), Esta informação é representada por intermédio de uma tabela de relações inter-industriais, na qual, as linhas descrevem a distribuição da produção de um setor através de toda a economia e as colunas mostram a composição dos insumos requeridos por uma indústria particular para desenvolver sua produção.

Em outros termos, as relações fundamentais de insumo-produto mostram que as vendas dos setores podem ser utilizadas dentro do processo produtivo pelos diversos setores compradores da economia ou podem ser consumidas pelos diversos agregados macroeconômicos (famílias, governo, investimento, exportações). Por outro lado, para se produzir são necessários insumos, impostos são pagos, importam-se produtos e gera-se valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital e da terra agrícola), além, de se gerar emprego (tabela 4) (GUILHOTO, 2004).

Tabela 4 – Insumo-Produto para uma Região

		Vendas Inter-industriais				Demanda Final				Produto Total
		x_{11}	x_{12}	.....	x_{1n}	C_1	I_1	G_1	NE_1	X_1
		x_{21}	.	.....	x_{2n}	C_2	I_2	G_2	NE_2	X_2
		\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
		x_{n1}	x_{n2}	.....	x_{nn}	C_n	I_n	G_n	NE_n	X_n
Valor Adicionad	Salários	w_1	w_2	.....	w_n					W
	Outros	ov_1	ov_2	.....	ov_n					OV
	Produto Total	X_1	X_2	.....	X_n	C	I	G	NE	

Fonte: REY (2000)

Formalmente falando, de acordo com Miller e Blair (1985, p.6), a estrutura matemática de um sistema de insumo-produto consiste em um conjunto de n equações lineares com n incógnitas. Neste conjunto, a demanda de um dado setor j por insumos originados de outros setores é relacionada com o montante de bens produzidos por este mesmo setor j e a demanda final.

Assim, assumindo que a economia é dividida em n setores, tem-se que:

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{in} + C_i + I_i + G_i + E_i \quad (2.6)$$

Dado que cada setor terá uma equação semelhante, pode-se escrever:

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + C_i + G_i + I_i + E_i \equiv X_i \quad (2.7)$$

O modelo de insumo-produto assume que os fluxos inter-industriais do setor i para o setor j obedecem uma relação exata, dada por um coeficiente técnico a_{ij} , definido como:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (2.8)$$

Os coeficientes técnicos são medidas fixas de um setor e seus insumos. Em outras palavras, ignora-se a presença de economia de escala no processo produtivo, considerando-se a hipótese de retornos constantes.

Substituindo-se (2.8) em (2.6) e assumindo que $Y = C + I + G + E$ obtém-se o sistema aberto de Leontief, ou seja, a demanda final é exógena ao sistema:

$$X_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1i}X_i + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \quad (2.9)$$

De modo análogo para os n setores que compõem a economia pode-se escrever:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i = x_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.10)$$

onde a_{ij} é o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j e, y_i é a demanda final por produtos do setor i , isto é, $C_i + G_i + I_i + E_i$.

A equação (2.9) pode ser escrita em forma matricial como:

$$AX + Y = X \quad (2.11)$$

onde A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$; X e Y são vetores colunas de ordem $(n \times 1)$

Resolvendo a equação (2.11) é possível se obter a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final, temos que:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (2.12)$$

onde $(I - A)^{-1}$ - é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, também conhecida como matriz de Leontief, ou inversa de Leontief, a qual indica os requerimentos diretos (provenientes da demanda final) e indiretos (provenientes da demanda intermediária) para a produção de bens e serviços na economia, isto é, cada elemento da matriz corresponde aos requisitos diretos e indiretos da produção total do setor i necessários para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

2.2.2. Taxonomia Econométrica para integrar ao modelo IP

Conhecer as ferramentas econométricas utilizadas para estimar os agregados macroeconômicos ou o consumo de energia elétrica, torna-se importante dado a não existência de uma técnica perfeita e única para prever todos os fatores de produção. Em outras palavras, qualquer abordagem utilizada irá apresentar pontos favoráveis e desfavoráveis a um determinado aspecto, por exemplo, há diferentes técnicas para estimar diferentes horizontes de tempo (curtíssimo, curto, médio e longo prazo); existem abordagens mais ou menos desagregadas em termos setoriais; técnicas

que se encaixam melhor para um determinado setor; entre outras características que caberá ao pesquisador escolher onde e quando será melhor utilizá-los.

Como o enfoque deste trabalho é estimar os agregados macroeconômicos através de um módulo econométrico (Modelo de amortecimento Exponencial e Box & Jenkins), esta seção enfatiza quais seriam alguns estimadores capazes de solucionar esse problema, abordando suas vantagens e desvantagens de acordo com o problema a ser enfrentado²⁵.

Em linhas gerais, existem duas abordagens à previsão econômica com base em séries de tempo: (a) modelos univariados, onde se inserem os métodos de amortecimento exponencial (*exponential smoothing*) e os modelos autoregressivos integrados de médias móveis (ARIMA); e, (b) modelos multivariados, os quais podem-se citar os modelos de regressão clássicos (com uma única equação e com equações simultâneas), e a econometria de séries de tempo com a modelagem de vetores auto-regressivos (VAR), incluindo, na análise, os modelos de correção de erro (caso particular de sistema de equações para séries temporais estacionárias com ou sem vetores de cointegração/mecanismos de correção de erro).

Os métodos de Amortecimento Exponencial servem, essencialmente, para ajustar uma curva aos dados históricos de uma dada série temporal, sua aplicação varia entre o suavizamento exponencial único, o método de Holt-Winters (“capta” o efeito da sazonalidade) e o método de dois parâmetros de Holt. (GUJARATI, 2006; PINDICK e RUBINFELD, 2004).

Quanto aos modelos autoregressivos integrados de médias móveis (ARIMA), mais conhecidos como metodologia Box & Jenkins, a idéia não está na construção de modelos com equações únicas ou simultâneas, e sim, na análise das propriedades probabilísticas, ou estocásticas, das séries temporais econômicas segundo a filosofia de “*deixar que os dados falem por si*”. (GUJARATI, 2006). Entre os muitos

²⁵ Vale lembrar que, existem outros métodos capazes de estudar o consumo de energia elétrica, como, elaboração de cenários, destacado por Dourado (2004); modelos de Equilíbrio Geral Computável, onde pode-se citar o trabalho de Scaramucci et al (2002), no qual os autores simulam um colapso do setor de geração de eletricidade no ano de 1996, sendo a economia submetida a choques de oferta de energia.

trabalhos que utilizaram tal metodologia pode-se citar Zanini (2000), onde o autor compara tal método com outros dois (regressão dinâmica e redes neurais) a fim de avaliar a melhor eficiência preditiva para o consumo de gasolina automotiva no curto prazo.

Com relação aos modelos com uma única equação e com equações simultâneas observa-se que foram muito utilizados nas décadas de 1960 e 1970, no entanto, estes modelos apresentaram fraco desempenho no que diz respeito à previsão, principalmente a partir dos choques de petróleo de 1973 e 1979, e também em decorrência da chamada crítica de Lucas (1976). A idéia da crítica é que os agentes baseiam suas decisões em informações “cheias”, e qualquer mudança na política econômica irá alterar sistematicamente a estrutura do modelo macroeconômico, isto é, os parâmetros estimados por meio de um modelo econométrico dependem da política econômica vigente na época em que o modelo é estimado e mudarão se essa política for alterada. (LUCAS, 1976 apud VALADKHANI, 2004).

Por último, o método VAR assemelha-se superficialmente à modelagem por equações simultâneas no sentido de que deve-se considerar diversas variáveis em conjunto. Contudo, cada variável endógena é explicada por seus valores defasados, ou passados, e pelos valores defasados de todas as demais variáveis endógenas do modelo, em geral, não há variáveis exógenas nestes modelos²⁶. (GREENE, 2003)

Desse modo, como os métodos de Amortecimento Exponencial e de Box & Jenkins são abordados neste trabalho, é importante explicar o porquê da não utilização das outras três possibilidades. Conforme já ressaltado anteriormente, pressupõe-se que os métodos escolhidos proporcionarão previsões mais acuradas que os modelos com uma equação e com equações simultâneas.

No entanto, quanto ao VAR o mesmo argumento não deve ser utilizado, isto porque, é um método que está sendo amplamente empregado graças ao seu poder de previsão, principalmente no setor de energia e para prever dados referentes às contas nacionais.

²⁶ Para maiores detalhes ver: Enders (2003, p. 264 -301) e Grenne (2003, p. 640 - 660).

Entre os artigos que utilizaram tal abordagem para o Brasil podem-se elencar: Schmidt et al (2002), que calculam as elasticidades²⁷ renda e preço da demanda por energia elétrica para as classes comercial, residencial e industrial, utilizando o Modelo de Previsão de Correção de Erros Vetoriais (MCEV), para ambos os setores no período de 2000 a 2005.

Siqueira et al (2006)²⁸, apresentam as estimações das elasticidades-renda e preço, de curto e longo prazo, para as três principais classes de consumo do Nordeste brasileiro, e ainda, propõem uma metodologia para incorporar os efeitos do racionamento nas previsões da demanda por energia elétrica. Nessa mesma linha, Mattos e Lima (2005), utilizam um Modelo de Correção de Erros Vetoriais para prever a demanda residencial de energia elétrica em Minas Gerais no período de 1970 a 2002.

Complementando, de acordo com Siqueira et al (2006), até o final da década de 1970, as elasticidades eram obtidas através de modelos de equação única, estimada pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários. A partir daí, as aplicações de econometria para o campo de estudos da demanda passaram a incluir a teoria de co-integração, no contexto da modelagem de vetores autoregressivos (VAR), incluindo modelos de correção de erro (MCEs).

Além destes trabalhos que utilizaram o método calculando elasticidades, é importante lembrar o trabalho de Mattos et al. (2008), onde os autores utilizam o método VAR para estimar variáveis macroeconômicas (consumo das famílias e PIB) projetando-as na matriz de insumo-produto, e gerando cenários a longo prazo do

²⁷ É importante ressaltar ainda trabalhos clássicos que calcularam elasticidades para o Brasil, como, Modiano (1984), o qual estimou as demandas de energia elétrica para as classes residencial, comercial e industrial no período de 1963 a 1981, com dados anuais. E, Andrade e Lobão (1997), que estimaram o consumo residencial em função da tarifa, da renda e do estoque de eletrodomésticos, obtendo assim as elasticidades para a classe residencial, no período de 1963 a 1995, utilizando três métodos distintos (Mínimos Quadrados Ordinários, Variável Instrumental e Co-integração). No entanto, ambos não utilizaram o VAR.

²⁸ Neste trabalho os autores estimam as elasticidades através de três métodos: MQO, MQ2E (Mínimos Quadrados Dois Estágios) e VAR, sob a representação de um MCE. No entanto, para as previsões utilizam apenas o modelo VAR/VEC, isto porque, se as variáveis são co-integradas os estimadores de MQO são ineficientes, embora consistentes.

consumo de energia por setor de atividade no Brasil. Em outras palavras, os autores utilizam um método EC+IP²⁹ para prever o consumo de energia.

Portanto, por que não usar o método VAR? Tal decisão foi tomada, na medida em que priorizou-se não apenas o poder de previsão de um determinado método, dado que todos apresentam limitações. Mas sim, na possibilidade de prever o consumo de energia elétrica não apenas de forma setorial (o que é possível de verificar na matriz IP), mas também com variações setoriais dos agregados macroeconômicos (módulo EC).

Conforme destacado por Valadkhani (2004), a abordagem VAR é difícil de ser implementada quando existir mais do que cinco variáveis devido ao excesso de parâmetros (“*overparameterisation*”) e resultante multicolinearidade, com isso, no presente trabalho, não é possível obter graus de liberdade suficientes para adotar tal metodologia. Em outras palavras, utilizar o VAR para estimar os 12 setores da economia implicaria em um total de 58 parâmetros a se estimar, sendo maior que o número de observações (N=30).

Dessa forma, os métodos de Amortecimento Exponencial e ARIMA apresentam características adequadas ao propósito deste trabalho, tais como: (i) boa capacidade de previsão (principalmente curto e médio prazo); (ii) previsões intervalares, onde os limites podem configurar cenários “otimistas” e “pessimistas”; e (iii) são factíveis a previsões desagregadas.

2.2.3. Metodologia Econométrica de Séries de Tempo

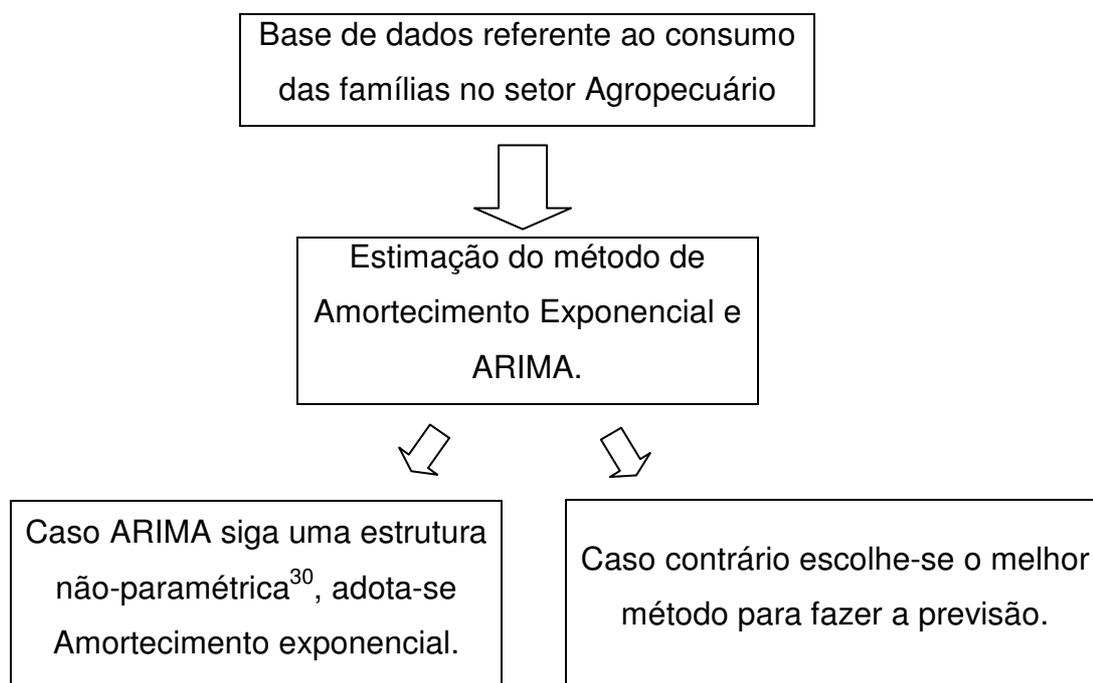
De acordo com Pindick e Rubinfeld (2004), os modelos de Séries Temporais fornecem um método sofisticado para extrapolar séries de tempo, pois se baseiam na noção de que a série a ser prevista tenha sido gerada a partir de um processo estocástico (ou aleatório), com uma estrutura que pode ser caracterizada e descrita. Dito de outra forma, um modelo de série temporal oferece uma descrição da

²⁹ O método EC+IP é melhor explicitado na seção 2.2.4.

natureza aleatória do processo que gerou a amostra de observações em estudo. A descrição é dada não em termos de uma relação de causa e efeito, mas de como o caráter aleatório do processo está embutido ou incorporado no mesmo processo.

Antes de abordar a teoria econométrica utilizada, bem como as métricas de desempenho dos modelos, é importante entender a idéia que está por trás da metodologia empregada neste trabalho, ou seja, em primeiro lugar, estima-se cada setor dos três agregados macroeconômicos, comparando-se os resultados das estatísticas de teste; em segundo lugar, de acordo com o “melhor desempenho” das estatísticas de teste fora da amostra, determina-se o modelo a ser utilizado na previsão (Amortecimento Exponencial ou Box & Jenkins). Por fim, prevêem-se os dados 10 anos à frente. Na figura 2 pode-se observar, por exemplo, o que será feito para o consumo das famílias no setor de agropecuária.

Figura 2 – Passos para estimação do melhor método



Fonte: elaboração própria do autor.

Dando seqüência, são descritas estatísticas para a avaliação do desempenho do modelo de previsão. Isto é, a partir da comparação dos valores reais e dos valores

³⁰ Neste caso, não faz sentido comparar o método ARIMA, isto porque, o método *naive* (ou ingênuo) é tão bom quanto este para fazer as previsões.

“ajustados” pelo modelo, podem ser calculadas várias métricas para medir o desempenho. Estas medidas servem, então, para avaliar o desempenho do modelo estimado dentro (*in sample*) e fora (*out of sample*) da amostra de dados utilizados na modelagem.

Para analisar o desempenho fora da amostra, foram utilizados os dados dos últimos 3 anos, isto é, foram retirados da amostra os dados referentes aos anos de 2001 a 2003 para o consumo das famílias, e para as exportações e importações os anos de 2005 a 2007. Feito isto, os parâmetros da equação são novamente estimados calculando-se, com origem em 2000 para o consumo das famílias e 2004 para as exportações e importações, a previsão para todo o período fora da amostra, ou seja, três previsões. Tem-se, neste momento, uma previsão para cada horizonte, ou seja, uma previsão para 1 ano à frente, 1 previsão para 2 anos à frente e uma previsão para três anos à frente.

Para maior robustez da análise, é feito um deslocamento da origem de previsão, isto é, através do mesmo modelo estimado com dados até 2001 (consumo das famílias) e 2005 (exportações e importações), desloca-se a origem para 2001 e 2005, respectivamente, realizando-se as previsões para o período de 2002 a 2003 e 2006 a 2007, ou seja, duas previsões. Este processo se repete até que se obtenha apenas uma previsão fora da amostra.

Ao final, tem-se três previsões para 1 ano à frente, duas previsões para 2 anos à frente e uma previsão para 3 três anos à frente. Obtém-se assim um total de seis previsões fora da amostra para diferentes horizontes. O quadro 3 a seguir ilustra esta análise de avaliação fora da amostra.

Dessa forma, obtidas as previsões fora da amostra as medidas de desempenho podem ser calculadas para cada horizonte de previsão e estas mesmas estatísticas acumuladas, como serão abordadas neste trabalho o MAPE e o GMRAE.

Quadro 3 – Procedimento da Análise fora da Amostra

		HORIZONTE			HORIZONTE		
		2001	2002	2003	2005	2006	2007
ORIGEM	2000	CFR	CFR	CFR	EIR	EIR	EIR
	2001	CFP	CFP	CFP	EIP	EIP	EIP
	2002	CFR	CFR	CFP	EIR	EIP	EIP
ORIGEM	2004	CFR	CFR	CFP	EIR	EIR	EIP
	2005	CFR	CFR	CFP	EIR	EIR	EIP
	2006	CFR	CFR	CFP	EIR	EIR	EIP

Notas: CFR: consumo das famílias real; CFP: consumo das famílias previsto; EIR: exportações ou importações real; EIP: exportações ou importações previsto.

Vale lembrar que, as estatísticas representadas pelas letras (a) e (b) são geradas dentro da amostra, o MAPE (letra c) apresenta resultados tanto dentro quanto fora da amostra. Por último, o GMRAE (letra d) é uma métrica de desempenho calculado fora da amostra. As métricas utilizadas nesse trabalho são apresentadas a seguir³¹.

(a) *Coefficiente de Explicação (R^2)*

O coeficiente de explicação R^2 indica o quanto da variação total dos dados (série dependente) é explicada pelo modelo. Este coeficiente é calculado através da comparação do erro do modelo e a variação dos dados da série dependente (série a ser prevista) em torno de sua média. Importante salientar que o coeficiente varia entre 0 e 100% e quanto maior seu valor significa que o modelo está sendo melhor explicado. Matematicamente, tem-se:

$$R^2 = \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^N (Y(t) - \hat{Y}(t))^2}{\sum_{t=1}^N (Y(t) - \bar{Y})^2} \right) \times 100 \quad (2.13)$$

onde $Y(t)$ é o valor da série temporal no período (t); $\hat{Y}(t)$ é o valor ajustado da série temporal para o período (t); \bar{Y} é a média de Y e N é o total de observações.

³¹ A análise das métricas se baseia em: Greene (2003).

(b) *Bayesian Information Criterion (BIC)*

O BIC é um critério de seleção proposto por Schwarz (1978). O método compara dois modelos familiares (e.g. Amortecimento Exponencial e Box & Jenkins) e aquele que minimizar o BIC é o melhor pois fornecerá previsões mais acuradas.

É importante lembrar que esta ferramenta será mais uma a ser utilizada para comparar os modelos, podendo ser ou não preponderante na escolha do melhor método.

(c) *Mean Absolute Percent Error (MAPE)*

O MAPE (erro médio absoluto percentual) é calculado através da diferença entre valores estimados e reais e equivale às previsões um passo-à-frente (por exemplo, para o ano seguinte). Matematicamente, tem-se:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{|Y(t) - \hat{Y}(t)|}{Y(t)} \times 100}{N} \quad (2.14)$$

Vale lembrar que o MAPE dentro da amostra (*in-sample*) é uma medida de ajuste, já, fora da amostra (*out-of-sample*) é uma medida real de ajustamento da amostra. No entanto, em ambos os casos, quanto menor for o MAPE, melhor será a adequação do modelo, e conseqüentemente, a previsão.

(d) *Geometric Mean Relative Absolute Error (GMRAE)*

O GMRAE (média geométrica da razão do erro absoluto) compara o erro do modelo selecionado com o erro do modelo ingênuo (que usa como previsão o último dado disponível). Isto é, o GMRAE é a média geométrica da razão (quociente) entre o erro absoluto (portanto, em módulo) do modelo estimado e o erro absoluto do método ingênuo. Portanto, é desejável que o GMRAE seja igual ou menor que 1.

$$GMRAE = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n \frac{|Y(t) - \hat{Y}(t)|}{|Z(t) - \hat{Z}(t)|}}, \text{ onde } \hat{Z}(t) = Z(t) \text{ (Método Naive (Ingênuo))}. \quad (2.15)$$

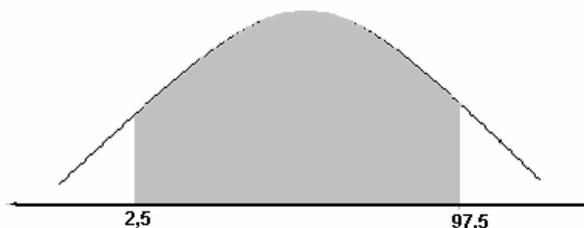
Vale ressaltar que, selecionado o melhor método de acordo com o critério estatístico previamente estabelecido (minimização do erro fora da amostra), incorporam-se novamente os dados retirados à amostra, atualizam-se os parâmetros e fazem-se as projeções. Em suma, a análise *in-sample* e *out-of-sample* é apenas um procedimento que visa definir o melhor entre dois ou mais métodos de previsão.

Desse modo, após apresentar uma breve caracterização sobre séries de tempo e as medidas de desempenho que serão utilizadas nesse trabalho, verifica-se a maneira como foram feitos os cenários, e, em seguida, abordam-se os dois métodos propostos para serem utilizados nas previsões.

Para a elaboração dos cenários foi utilizado um critério estatístico dado que a previsão é probabilística, isto é, adotado um nível de significância de 5%. A probabilidade do resultado estimado situar-se entre o limite inferior (“*lower*”) e o limite superior (“*Upper*”) é de 95%, conforme pode ser exemplificado pela figura 3, a qual simula uma distribuição normal.

Dentro desse contexto estatístico, o valor esperado calculado pela equação de previsão foi utilizado como cenário moderado. O limite inferior da distribuição de probabilidade assumiu-se como cenário pessimista e como cenário otimista adotou-se o limite superior da mesma distribuição.

Figura 3 – Exemplo de uma Distribuição de Probabilidade Normal



Fonte: elaboração própria do autor.

Ao utilizar esse critério para a elaboração dos cenários evita-se a criação *ad hoc* dos mesmos, ou seja, há um ferramental estatístico utilizado na criação dos cenários.

2.2.3.1. Método de Amortecimento Exponencial³²

Suponha que um conjunto de observações Z_1, Z_2, \dots, Z_T seja uma série temporal de tamanho “T” e, ainda, que esta série represente o consumo das famílias de um determinado setor e que não apresente variação significativa no seu nível ao longo do tempo, ou seja, não ocorrem mudanças no nível de consumo com o tempo ou, se ocorre, são variações pouco significativas. Daí, para tal consumo, a equação de previsão pode ser representada por:

$$Z_t = a(T) + \varepsilon_t \quad (2.16)$$

onde Z_t representa o consumo no período t ($t=1,2,\dots,T$); $a(T)$, é o parâmetro representativo do nível médio de consumo no instante T ; e ε_t é o erro de previsão ($\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$).

É importante observar que dada as características do consumo deste setor (mais ou menos constante), a estimativa ($\hat{a}(T)$) para o parâmetro “a” na equação (2.16) fornece exatamente uma previsão para o produto em questão. Sendo assim, salienta-se que este parâmetro pode ser estimado de diversas maneiras possíveis. Dentro de uma lógica “autoprojetiva”, poder-se-ia estimá-lo, por exemplo, através do modelo ingênuo (ou *naive*), que utiliza como previsor o último dado.

Outras maneiras poderiam ser utilizadas para estimar o parâmetro “a”, como média e média móvel. É importante lembrar que, em relação a ambos, existe uma desvantagem que diz respeito ao fato de que todos os dados entram com o mesmo “peso”, ou seja, $1/N$. Com o método de Amortecimento Exponencial tal “deficiência” pode ser descartada dado que é possível dar pesos diferenciados de acordo com a “idade” da informação.

³² Para maiores detalhes ver: Montgomery e Johnson (1990).

O objetivo do método consiste em montar um “sistema” que possa reestimar os parâmetros do modelo a cada período de tempo incorporando a informação mais recente. Como se sabe, ao final do período T , tem-se duas informações básicas disponíveis: (i) a estimativa de “a” feita no final do período anterior $\hat{a}(T-1)$ e (ii) o último dado disponível $Z(T)$.

Dessa forma, utilizam-se tais informações para calcular uma estimativa atualizada do nível de consumo deste setor: $\hat{a}(T)$. A idéia para a solução do sistema é fazer uma modificação na estimativa “passada” ($\hat{a}(T-1)$) do nível por uma fração do erro de previsão resultante do uso desta estimativa para o dado mais recente. Sabendo que o erro de previsão do último período pode ser definido como $\varepsilon(T) = Z(T) - \hat{a}(T-1)$. Matematicamente, tem-se.

$$\hat{a}(T) = \hat{a}(T-1) + \alpha * \left[Z(T) - \hat{a}(T-1) \right] \quad (2.17)$$

$$\hat{a}(T) = \alpha * Z(T) + (1 - \alpha) * \hat{a}(T-1) \quad (2.18)$$

Para simplificar a notação, define-se que $\hat{a}(T) \equiv S_T$. Deste modo, reescrevendo (2.18) tem-se:

$$S_T = \alpha * Z_T + (1 - \alpha) * S_{T-1} \quad (2.19)$$

onde S_T é o valor amortecido da série e α é a constante de amortecimento ou hiperparâmetro (número entre 0 e 1).

Ressalta-se que esta formulação (2.19) indica que para se fazer uma atualização automática do parâmetro “a”, será feita uma combinação convexa, onde é dado um peso α para o “presente” (último dado) e um peso $(1-\alpha)$ para o “passado” (estimativa anterior para o nível).

Conforme ressaltado, a equação (2.19) pode ser utilizada para modelar o comportamento de uma série que apresente um comportamento mais ou menos

constante, ou seja, sem grandes variações no nível. Entretanto, este modelo torna-se inadequado na presença de alterações do nível da série, isto é, na presença de um componente de tendência.

Para uma série que apresente oscilação no nível com o tempo, atenta-se que um modelo mais adequado é aquele representado pela equação (2.20)³³:

$$Z_T = (a_1(T) + a_2(T) * t) + \varepsilon_t \quad (2.20)$$

onde $a_1(T)$ é o parâmetro de nível no instante T; $a_2(T)$ é parâmetro de tendência no instante T; t é a variável tempo ($t= 1,2,\dots, T$ sendo T a quantidade de dados existente) e ε_t é o erro de previsão ($\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$).

Um sistema de atualização paramétrica similar ao evidenciado em (2.18) será aplicado sobre os parâmetros da equação (2.20). Este modelo é conhecido como Modelo de Holt-2Parâmetros³⁴. A atualização dos parâmetros pode ser feita de acordo com (2.21) e (2.22).

$$\hat{a}(T) = \alpha * Z_T + (1 - \alpha) * \left[\hat{a}_1(T-1) + \hat{a}_2(T-1) \right] \quad (2.21)$$

$$\hat{a}(T) = \beta * \left[\hat{a}_1(T) - \hat{a}_1(T-1) \right] + (1 - \beta) * \left[\hat{a}_2(T-1) \right] \quad (2.22)$$

Como é possível observar as equações (2.21) e (2.22) contêm a mesma idéia de se ponderar “presente” e “passado” para a atualização dos parâmetros. Entretanto, vê-se que são usadas duas constantes de amortecimento (α e β), uma para o parâmetro de nível (a_1) e outra para o parâmetro de tendência (a_2).

Na equação (2.21), a atualização do parâmetro de nível é feita dando peso α para o dado real mais recente e um peso $(1-\alpha)$ para a última estimativa feita para o nível que é composta por: $\hat{a}_1(T-1)$, estimativa feita para o nível no instante anterior (T-1), mais $\hat{a}_2(T-1)$, que é a estimativa feita para a tendência também no instante anterior

³³ Note que, diferentemente da equação (2.16), existem agora dois parâmetros e por isso é feita a diferença.

³⁴ É importante lembrar que este será o modelo utilizado nesta dissertação.

(T-1). Assim, “nível mais tendência (taxa de crescimento)” fornece exatamente uma estimativa de um novo nível, sendo que (T-1) indica que este cálculo foi feito no instante anterior.

Resumindo, na atualização do parâmetro em nível, dá-se um peso para o último dado (que fornece uma representação real e atualizada, portanto, “presente ou recente” para o nível) e um outro peso para um valor estimado para este nível no momento anterior (“passado”).

Já na equação (2.22), atualização do parâmetro de tendência vê-se que é dado um peso β para a diferença entre a nova estimativa do nível (calculada na equação 2.21) e a última estimativa do nível (feita no instante anterior T-1). Ora, a variação de nível é exatamente o que caracteriza um componente de tendência ou taxa de crescimento. Se é dado um peso β para uma estimativa “presente” do parâmetro de tendência, é dado um peso $(1-\beta)$ para a última estimativa de tendência feita no instante anterior (T-1).

2.2.3.2. Método Box & Jenkins

Diferente dos modelos de regressão nos quais Y_t é explicado por k regressores $X_1, X_2, X_3 \dots X_k$, os modelos do tipo Box & Jenkins permitem que Y_t seja explicado por valores passados, ou defasados, do próprio Y e dos termos de erro estocásticos. Devido a essa característica, os modelos ARIMA (série temporal auto-regressiva integrada e de médias móveis) são chamados por alguns autores de modelos “aleatórios” dado que não estão embasados em qualquer teoria econômica³⁵. (GUJARATI, 2006).

O primeiro passo da metodologia consiste em identificar, caso seja necessário, a ordem de homogeneidade “d”, ou seja, trata-se de identificar o número de vezes que

³⁵ Para maiores detalhes ver: BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*; e, Grenne (2003, p. 609 – 645).

a série original deve ser diferenciada para se tornar uma série estacionária³⁶. Este procedimento pode ser feito através da observação do próprio gráfico da série ou da função de autocorrelação (FAC)³⁷.

O próximo passo é a identificação do modelo, isto é, da sua ordem (identificação de p e q). Para isso são utilizados os conceitos de função de autocorrelação e autocorrelação parcial (FACP), onde, para a identificação da ordem observa-se o comportamento de ambas. No quadro 4 é feito um resumo das características dessas funções para os modelos AR(p), MA(q) e ARMA(p,q).

Quadro 4 – Características da FAC e da FACP

Modelo	Função de Autocorrelação (ρ_k)	Função de Autocorrelação Parcial (ϕ_{kk})
AR(p)	Infinita (Declina Exponencialmente e/ou com um padrão de senóides amortecidas)	Finita (Corte após <i>lag</i> “ p ”)
MA(q)	Finita (Corte após <i>lag</i> “ q ”)	Infinita (Declina Exponencialmente e/ou com um padrão de senóides amortecidas)
ARMA(p,q)	Infinita (Diminui Exponencialmente e/ou com um padrão de senóides amortecidas após o <i>lag</i> “ $q-p$ ”)	Infinita (Diminui Exponencialmente e/ou com um padrão de senóides amortecidas após o <i>lag</i> “ $p-q$ ”)

Fonte: GUJARATI, 2006; GREENE 2003

De maneira geral, para se identificar a ordem p , de um modelo AR(p), por exemplo, observa-se se a FAC decresce e se a FACP apresenta um corte³⁸. Se isto acontece, o *lag* onde este corte ocorre fornece a ordem p ($p=\textit{lag}$ do corte).

³⁶ Um processo estocástico é estacionário quando a sua média e a sua variância são constantes ao longo do tempo e quando o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da defasagem entre os dois períodos, caso contrário, a série é não estacionária.

³⁷ A Função de Autocorrelação para uma série não estacionária apresenta um lento decréscimo.

Por outro lado, para um modelo MA(q) a FAC e a FACP apresentam comportamento inverso ao de um modelo puramente auto-regressivo. Isto significa que, para um modelo MA, a FACP decresce, e a FAC é que apresenta um corte. Da mesma forma, o *lag* onde este corte ocorre fornece a ordem q do modelo MA.

Após a identificação da ordem do modelo, é necessário obter as estimativas dos parâmetros desse modelo. A técnica utilizada para as estimativas é a da máxima verossimilhança.

Por fim, identificado o modelo e estimado os parâmetros, faz-se os testes de aderência para verificar a adequabilidade final do modelo: testes para os resíduos e os testes de sobrefixação.

Nos testes para os resíduos, procura-se constatar se, após elaborado o modelo, o resíduo gerado por este modelo é um resíduo branco, ou seja, se o modelo foi capaz de explicar satisfatoriamente o comportamento da série de forma que o erro não apresente nenhuma estrutura de correlação. Este fato consiste num dos indicadores de eficiência explicativa do modelo.

O teste de sobrefixação, por sua vez, consiste simplesmente em se gerar modelos de ordem superior ao identificado, de forma que se possa reforçar a pertinência do modelo.

2.2.4. Modelo Econométrico integrado ao Modelo de Insumo-Produto

De acordo com Rey (2000), ao se falar de um modelo integrado em ciência regional há uma vasta possibilidade de caminhos a se seguir, a fim de confirmar tal afirmativa o autor cita o trabalho de Isard et al. (1960) chamado "*Channels of Synthesis*", o qual

³⁸ Geralmente nos softwares específicos para previsão, tanto o gráfico da FAC quando da FACP apresentam intervalos de significância do *lag*. Os *lags* cujos valores da autocorrelação ultrapassam estes intervalos são ditos significantes (GOODRICH & STELLWAGEM, 1999). Caso se observe, por exemplo, a autocorrelação de *lag* 1 significativa e, a partir do *lag* 2 (inclusive), as autocorrelações estão todas dentro do intervalo, isto indica um "corte" no *lag* 1.

aborda diferentes técnicas³⁹ que podem ser integradas com o objetivo de alcançar uma modelagem completa.

Rey (2000) retrata que uma outra maneira a qual um modelo pode ser integrado é combinar mais de uma metodologia de modelagem (e.g. econométrico e insumo produto) utilizando uma mesma estrutura (e.g. econométrico com insumo produto). Entre os artigos que utilizaram tal metodologia pode-se citar: Anselin et al. (1990) - Combinação Linear com modelos de insumo-produto, Harris (1985) - Otimização e modelos de insumo-produto, entre outros. Além é claro, do modelo integrado econométrico com insumo-produto (EC + IP), o qual foi atualizado e destacado por Isard et al. (1998).

Ainda, de acordo com Rey (1998), as motivações para integrar um modelo econométrico a um modelo de insumo-produto são muitas. No entanto, Rey (2000), destaca que este não é um tema de consenso entre todas as escolas de pensamento. Isto porque, por um lado, algumas escolas consideram que há uma competição entre o modelo EC+IP e os modelos de equilíbrio geral computável (EGC), por outro, há escolas que vêem similaridade entre tais modelos. Além disso, dentro do próprio campo de modelagem EC + IP há um debate quanto a forma de integração e os componentes individuais (e.g. EC e IP)⁴⁰.

Contudo, as vantagens da utilização de um modelo integrado EC + IP são muitas, isto porque, ambos os métodos separadamente possuem limitações, como por exemplo, o modelo IP assume função de produção linear, retornos constantes de escala, função consumo homogênea e preços inflexíveis. Mas, quando tais modelos são integrados algumas dessas limitações são amenizadas, conforme pode ser observado na tabela 5, e, além disso, segundo Rey (1998), evita-se a crítica da demanda final ser determinada *ad hoc*.

³⁹ Como exemplo, pode-se citar modelos que integram a economia regional com componentes ambientais e/ou ecológicos, ou então, modelos que consideram a interação entre efeitos demográficos e mercado de trabalho.

⁴⁰ Após integrar surgem novos componentes na estrutura.

Tabela 5 – Comparação entre os Modelos IP, EC e EC+IP

Características	IP	EC	EC + IP
Dinâmico		X	X
Desagregado	X		X
Sensível a preço		X	X
Análise de Impacto	X	X	X
Direcionado para a demanda	X	X	X
Previsão		X	X
Inferência		X	?*
Multi-regional	X	X	?*

Fonte: Rey (1999)

(*) Significa Dúvida

Os modelos de IP são essencialmente moldados em equilíbrio geral entre os mercados, isso ocorre porque o modelo fornece ajustamentos para projeções na demanda, enquanto os preços não influenciam nas repostas. Por outro lado, os modelos EC frequentemente moldam a economia regional em um contexto de desequilíbrio e/ou equilíbrio parcial onde o foco é normalmente a trajetória do ajustamento da economia para choques exógenos. Contudo, apesar dessa diferença, segundo Beaumont (1990), o importante é que ambos os modelos são direcionados para a demanda quando aplicados para a economia regional.

Algumas das diferenças entre os modelos têm servido de motivação para combinar os modelos EC e IP. Especificamente, a rigidez de preços do modelo IP tem sido o canal de múltiplas integrações entre os componentes EC e IP, isto é, no modelo IP os coeficientes não são afetados pelos preços, já no modelo integrado poderá haver mudanças nos mesmos. Desse modo, a abordagem integrada representa uma melhoria com relação aos modelos tradicionais de EC e IP em relação ao tratamento dos agregados macroeconômicos. (Hewings e Jensen, 1986 apud REY, 2000)

Além das projeções relativas à demanda final, a integração do modelo EC + IP também costuma ser usada para tratar a relação fixa do emprego com o produto no modelo IP. Isso pode ser feito situando a equação da demanda por trabalho no modelo EC, onde o produto industrial, gerado pelo modelo IP, aparece junto com outros determinantes da demanda por trabalho. (CONWAY, 1990).

Em muitos casos o objetivo de explorar a natureza complementar dos componentes do modelo EC e IP tem obtido sucesso, no sentido de que o modelo integrado EC+IP resultante fornece vantagens quando comparadas com um ou outro modelo isoladamente. No entanto, conforme pôde ser observado na tabela 4, existem duas instâncias onde a integração destes dois modelos levanta um número de complicações.

A primeira pertence ao ferramental de inferência que pode ser usado no modelo integrado, isso surge porque a visão tradicional do modelo IP é determinística, no sentido de que os coeficientes são parâmetros fixos sem incerteza associada. Em contraste, os modelos EC têm um ferramental bem desenvolvido para lidar com a incerteza. Como essas duas perspectivas são combinadas surge um grande número de ensaios metodológicos que requerem atenção adicional⁴¹.

A segunda complicação refere-se ao tratamento das ligações multi-regionais no modelo integrado. Nesse caso ambos os modelos são capazes de representar ligações multi-regionais, no entanto, no modelo integrado as representações dos dois modelos não podem coexistir e algumas decisões sobre como melhor serão feitas essas ligações devem ser pensadas⁴².

Todavia, de acordo com Guilhoto (2004), os modelos econométricos de insumo-produto visam, por um lado, tirar vantagem do poder de previsão dos modelos econométricos e, por outro, tirar vantagem dos aspectos inter-setoriais e inter-regionais encontrados nos modelos de insumo-produto.

Ainda, de acordo com o autor, o ponto interessante da combinação destes dois modelos, por exemplo, é a possibilidade de se levar em consideração que a moeda afeta o nível de produção da economia, pelo menos no curto prazo, e de se poder fazer previsões para os diversos setores/regiões da economia ao longo do tempo.

⁴¹ Há incertezas com relação ao erro e aos parâmetros tanto do modelo EC, quanto do modelo IP. Para maiores detalhes ver: Rey, West e Janikas (2004).

⁴² Não é escopo deste trabalho ligações multi-regionais.

Rey (2000) destaca três motivações práticas na utilização dos modelos EC+IP, as quais são: (a) melhora no desempenho da previsão; (b) capacidade da análise das projeções torna-se mais completo; e (c) maior preocupação com erros de medida (pode-se citar, por exemplo, testes de hipóteses e níveis de confiança).

Com relação à melhora no desempenho da previsão, ainda há poucos autores na literatura que afirmam ter o modelo EC+IP um poder de previsão mais apurado que os modelos econométricos tradicionais (e.g. Rey, 1998). No entanto, segundo Rey (2000), além dos benefícios do aumento do poder de previsão, também a precisão dos modelos econométricos utilizados para calibrar esses modelos aumenta. Isso resulta na melhora das inferências sobre as relações inter-industriais na região.

Quanto a capacidade na análise das projeções ter resultados mais completos, Rey (2000) aborda que a integração do modelo EC+IP melhora o alcance e a capacidade de análise da previsão, se comparado com cada modelo separadamente. Uma limitação reconhecida nos modelos de IP na análise de previsão é que a trajetória do tempo para estimar as variações através da economia regional não é mutável, isto ocorre devido a estática comparativa natural deste modelo. Os modelos econométricos, em contraste, têm a dinâmica como sua principal característica na capacidade de analisar projeções. Por outro lado, os modelos EC são muito mais agregados que os modelos IP, daí ser um modelo dinâmico têm um custo (trabalho para gerar e/ou agregar os dados). No entanto, ao combinar os dois em EC+IP, a dinâmica e a desagregação industrial podem ser desenvolvidas.

Outra limitação do modelo IP em relação ao modelo EC na análise de previsão é que nos modelos IP não há nenhuma medida de incerteza, ou seja, não há nenhum intervalo de confiança. Novamente, a fusão dos dois modelos soluciona, em parte, tal problema e mantém o nível de desagregação.

Com relação aos erros de medida, Rey (2000) trata dos problemas relacionados a transformar dados e/ou coeficientes nacionais em regionais. Isso ocorre muitas

vezes devido aos altos custos para gerar dados regionais, e o que é mais preocupante, são os métodos utilizados para transformar esses dados⁴³.

Retomando o que foi dito anteriormente, um grande número de modelos integrados são implementados em economia regional e, portanto, há uma quantidade razoável de métodos que podem ser usados para integrá-los. Rey (1998) sugere alguns métodos que estão brevemente explicitados a seguir.

De acordo com Rey (1998), a estratégia de integração é definida pela maneira e extensão com a qual os componentes dos modelos EC e IP serão combinados em um conjunto final. Segundo Rey (1999), há três maneiras de integrar o modelo EC+IP: (i) Ligação (*linking*); (ii) Determinação Mútua (*embedding*); e (iii) Acoplagem (*coupling*). Na estratégia de ligação, um dos módulos (EC ou IP) é exógeno ao outro, de forma que a interação entre eles é recursiva; nas estratégias de determinação mútua e de acoplagem, os módulos apresentam retroalimentação simultânea entre si, com o mecanismo de retroalimentação podendo ser completo (determinação mútua) ou parcial (acoplamento).

Ainda, de acordo com Rey e Dev (1997), a forma mais completa de integração é a de Acoplagem (*coupling*), na qual, a integração entre o modelo IP e o modelo EC é simultânea e reflete dois caminhos de *feedback*. Nesta estratégia destacam-se os trabalhos empíricos de West (1994) e Conway (1990). A segunda maneira de integração utiliza a estratégia de Ligação (*linking*), na qual, o produto de um componente serve como insumo do outro em um efeito recursivo, onde se pode destacar o trabalho de Kort e Cartwright (1981) e para o caso brasileiro Mattos et al (2008). No quadro 5 observa-se maiores detalhes sobre os trabalhos.

A estratégia de integração também pode ser baseada por Determinação Mútua (*embedding*), na qual, os coeficientes de IP são utilizados para atingir o equilíbrio na especificação do modelo econométrico, pode-se destacar o trabalho de Rey e Dev (1997). A seguir é explicitado o método de Ligação de forma detalhada, dado que será utilizado neste trabalho.

⁴³ No entanto, como não é escopo dessa dissertação trabalhar com dados e/ou coeficientes regionais, então esse tema não é relevante.

Quadro 5 – Trabalhos que abordaram o Método EC + IP

Autor	Ano	Número de Regiões	Estratégia de Integração	Estrutura de Integração e Setores
Rey, S.	1998	Sudeste da Califórnia – 5 regiões	Utiliza as três estratégias	Diferente para cada integração
Conway, R. S.	1990	Washington – 1 região	Acoplagem (<i>Coupling</i>)	Composição - EC(26); IP(26)
West, G. R.	1994	Queensland – 1 região	Acoplagem (<i>Coupling</i>)	Composição - EC(15); IP(15)
Azzoni e Kadota	2000	São Paulo e Brasil – 2 regiões	Acoplagem (<i>Coupling</i>)	Composição – EC(?); IP(34)
Rey e Dev	1997	Sudeste da Califórnia – 5 regiões	Determinação Mútua (<i>Embedding</i>)	Composição
Kort e Cartwright	1981	50 Estados	Ligação (<i>linking</i>)	Modular – EC(30); IP(500)
Mattos, Perobelli, Haddad e Faria	2008	Brasil – 1 região	Ligação (<i>linking</i>)	Modular - EC(2); IP(14)
Guilhoto e Fonseca	1998	Nordeste e resto do Brasil – 2 regiões	Ligação (<i>linking</i>)	Modular - EC(4); IP(18)
Rey, S	1999	Artigo Metodológico		
Rey, S	2000	Artigo Metodológico		

Fonte: elaboração própria do autor

2.2.4.1. Estratégia de Ligação

Enquanto que as relações de IP são completamente envolvidas com o modelo econométrico na estratégia de Determinação Mútua, na estratégia de Ligação o modelo IP possui um alto grau de independência. De acordo com Rey (1999), a estratégia de Ligação utilizada para integrar os modelos EC e IP pode ser de duas maneiras. Na estratégia EC ligando-se ao IP ($EC \Rightarrow IP$), a previsão dos agregados macroeconômicos é especificado como endógeno. Isto é feito modelando os agregados macroeconômicos no modelo EC, por exemplo, consumo privado C , ou então, a demanda total Y :

$$C = Z_c \beta_c + \varepsilon \quad (2.23)$$

onde Z_c é um vetor de determinantes do consumo com parâmetros associados β_c (e.g. taxa de juros, renda disponível, dentre outros) e ε é o termo de erro. Estimação para β_c são obtidos através da aplicação de um método econométrico apropriado (e.g. Mínimos Quadrados Ordinários, Séries de Tempo) para (2.23).

Tendo especificado um modelo econométrico adicional para cada componente endógeno da demanda final, a demanda final total por setor é obtida através da desagregação de cada componente (endógeno e exógeno) usando taxas fixas extraídas do ano base do modelo IP.

$$Y_j = hc_j C + hi_j I + hg_j G + hne_j NE \quad (2.24)$$

$$\text{onde } \sum_{j=1}^n hc_j = \sum_{j=1}^n hi_j = \sum_{j=1}^n hg_j = \sum_{j=1}^n hne_j = 1$$

A ligação entre os modelos EC e IP é modelada através da identidade clássica do modelo IP:

$$\Delta X_j = (I - A)_j^{-1} \Delta Y \quad (2.25)$$

onde $(I - A)_j^{-1}$ representa a j -ésima linha da inversa de Leontief, ΔX_j é a mudança ocorrida no produto total da indústria j devido a uma mudança na demanda final (Y), esta, por sua vez, é obtido através das equações (2.23) e (2.24). É importante notar,

entretanto, que não há um retorno subsequente da solução de (2.25) para (2.23), ou seja, não há retroalimentação.

Por outro lado, quanto a estratégia está em ligar o IP ao EC ($IP \Rightarrow EC$) a direção do efeito recursivo é reverso, no qual, o produto da equação (2.25) é usado para direcionar um número (ou um conjunto de resultados da matriz IP) à equação econométrica. Por exemplo, a equação de demanda por trabalho pode seguir a seguinte forma:

$$e_i = Z_e \beta + \alpha X_i + \varepsilon_i \quad (2.26)$$

onde e_i é a demanda por trabalho do setor i ; Z_e é um vetor de determinantes da demanda por trabalho com parâmetros associados a β ; α é o parâmetro de ligação entre o produto (X_i) e o emprego (Z_e) no setor i ; e ε_i é o termo de erro.

Existem duas sutis, mas importantes diferenças entre as estratégias de ligação ($EC \Rightarrow IP$) e ($IP \Rightarrow EC$) que podem ser comparadas pelas equações (2.23) e (2.26). A primeira diferença está em que no modo ($IP \Rightarrow EC$) a variação na demanda final em (2.25) é especificada pelo analista, enquanto que noutro modo é determinada no modelo econométrico. A segunda distinção é que o componente econométrico está presente em muito mais equações no modo ($IP \Rightarrow EC$), de modo que há n (e.g. uma para cada indústria) equações de demanda por trabalho (2.26), mas apenas m agregados macroeconômicos, cada um com uma equação na forma (2.23). (REY, 1999).

É importante salientar, segundo Rey (1998), que apesar da estratégia de Ligação ser aplicada em muitos trabalhos há uma limitação importante, isto porque, é uma técnica limitada de análise temporal, ou seja, ela permite impactar apenas um período. Portanto, se o analista quer verificar mais de um período, o mesmo deve estimar os agregados macroeconômicos, por exemplo, para cada ano requerido.

2.2.5. Estratégia de Integração entre o Modelo Econométrico e a Matriz IP

A construção do modelo EC+IP que será utilizada nessa dissertação seguirá a estratégia de integração por Ligação, baseada nas versões discutidas por Rey (1999), Rey, West e Janikas (2004) e Mattos et al. (2008). Conforme apresentado na seção anterior essa estratégia pode ser executada de duas maneiras, EC ligando-se a IP ou IP ligando-se a EC. Nesse caso, será adotada a estratégia em que o módulo EC liga-se ao módulo IP.

O modelo econométrico, conforme já foi ressaltado, configura o primeiro módulo da hierarquia do modelo EC+IP. Ele serve para caracterizar o processo gerador dos dados para os agregados macroeconômicos, representados por C (consumo das famílias), E (exportações) e M (importações). Tais agregados serão tratados como variáveis endógenas. Note-se que todos os agregados macroeconômicos são na verdade variáveis exógenas para o módulo IP, porém no âmbito do módulo EC essas variáveis são tratadas como endógenas.

É importante lembrar que, no presente trabalho, as variáveis C , E e M são estimadas para cada setor selecionado da matriz de IP separadamente, fato este, que permite observar as projeções sobre o setor elétrico de cada um dos setores.

Dessa forma, dando seqüência à montagem do modelo EC+IP, define-se a identidade macroeconômica básica e as equações de IP que irão dar origem ao modelo EC+IP:

$$\Delta Y_{i,t} = \Delta C_{i,t} + \bar{G} + \bar{I} + \Delta E_{i,t} - \Delta M_{i,t} \quad (2.27)$$

$$X_{i,t} = AX_{i,t} + Y_{i,t} \quad (2.28)$$

$$EE_{i,t} = PX_{i,t} \quad (2.29)$$

onde Y é a renda interna bruta por setor, C é o consumo das famílias por setor, G são os gastos do governo (exógeno), I é o investimento privado (exógeno), E são as exportações e M são as importações.

Ainda, X é um vetor $nx1$ de produção, EE é um vetor $nx1$ de consumo setorial de energia elétrica medido em GWh e P é uma matriz diagonal nxn cuja diagonal principal são coeficientes de uso setorial de energia elétrica medidos pela razão entre em GWh e PIB, ambos setoriais. O subscrito t indica o tempo em termos anuais e o subscrito i indica os setores.

Para melhor entender as equações (2.27), (2.28) e (2.29) é preciso lembrar o que foi dito na seção 2.2, isto é, por exemplo, variações setoriais no consumo, proporcionarão projeções no produto (Y) que, por sua vez, através do método de ligação irá variar o módulo IP, o qual permitirá observar quanto de energia elétrica consumirá os demais setores.

Por fim, a ligação entre os modelos EC e IP é modelada através da identidade clássica do modelo IP:

$$\Delta X_j = (I - A)_j^{-1} \Delta Y \quad (2.30)$$

onde $(I - A)_j^{-1}$ representa a j -ésima linha da inversa de Leontief, ΔX_j é a mudança ocorrida no produto total da indústria j devido a uma mudança na demanda final (Y), esta, por sua vez, é obtido através dos modelos autoprojetivos (Box & Jenkins e Amortecimento Exponencial). É importante notar, entretanto, que não há um retorno subsequente da solução de (2.30) para o modelo autoprojetivo, ou seja, não há retroalimentação.

Após explicitar, a base de dados, a seqüência metodológica e a metodologia que são abordadas neste trabalho, no próximo capítulo retratam-se os resultados referentes ao modelo econométrico (seção 3.1) e ao módulo econométrico com insumo-produto (seção 3.2).

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo visa apresentar, em primeiro lugar, os resultados da integração entre os modelos econométrico e de insumo-produto e, em segundo lugar, discuti-los à luz das questões energéticas. Para tal são apresentados os resultados do módulo econométrico e depois os resultados da integração.

3.1. Módulo Econométrico

É importante salientar que a estratégia adotada nesta dissertação é a de especificação de um módulo econométrico setorial para que seja possível captar de forma mais acurada as especificidades setoriais.

Esta seção apresenta a parte econométrica do modelo EC+IP especificado nas seções (2.2.3.1) e (2.2.3.2). O modelo econométrico representa, conforme afirmado anteriormente, os agregados macroeconômicos (consumo das famílias, exportações e importações) em nível setorial (e.g. minerais não metálicos). O processo de estimação segue o padrão utilizado pelas séries de tempo e explicitado na seção (2.2.3), ou seja, primeiro, estima-se cada setor comparando-se os resultados das estatísticas de teste; em segundo lugar, de acordo com critérios estatísticos

preestabelecidos escolhe-se o melhor modelo (Amortecimento Exponencial ou Box & Jenkins) para fazer a previsão. Escolhido o método mais ajustado, finalmente, o modelo econométrico é implementado.

Ainda, salienta-se que a abordagem econométrica será dividida em duas partes. Em primeiro lugar, serão analisadas as métricas estatísticas dos agregados macroeconômicos a serem estimados (e.g. consumo das famílias), em segundo lugar, serão apresentados os gráficos e as previsões dos setores selecionados (e.g. agricultura). Em outras palavras, comparam-se as estatísticas de teste de todos os setores da economia para um determinado agregado macroeconômico, em seguida, de acordo com a “eficiência” do modelo prevêem-se os dados para alguns setores selecionados.

3.1.1. Consumo das Famílias

Como pode ser observado na tabela 6, o setor Agrícola (1), de Alimentos e Bebidas (2) e o setor de Ferro, Aço, Metais não ferrosos e Outras metalurgias (3) apresentaram um resultado para o ARIMA de uma estrutura paramétrica, portanto, é pertinente a comparação entre os modelos, ao contrário dos demais setores. Dessa forma, num primeiro momento a análise é com relação a esses setores.

Quanto a Agricultura (1), observa-se na análise dentro da amostra que tanto o R^2 , quanto o BIC e o MAPE indicam melhor ajustamento para o modelo de Box & Jenkins, no entanto, quando se analisa o ajustamento fora da amostra o método de Amortecimento Exponencial demonstra-se melhor e, por isso, será o adotado para esse setor.

Para o setor de Alimentos e Bebidas (2), conforme tabela 6, a análise torna-se mais trivial dado que o método Box & Jenkins oferece as melhores métricas estatísticas tanto dentro quanto fora da amostra. Por último, o setor de Ferro, Aço, Metais não ferrosos e Outras metalurgias (3) apresenta métricas bastante semelhantes para ambos os métodos, todavia, o método de Amortecimento Exponencial será o utilizado, pois proporcionou melhores resultados na previsão.

Tabela 6 – Resultados das estatísticas de teste do consumo das famílias para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)

		DENTRO DA AMOSTRA			FORA DA AMOSTRA				
Período		1974 a 2003			1974 a 2000				
setores	Medidas	R ² *	BIC	MAPE*	MAPE*	MAPE*	GMRAE	GMRAE	
					(H=1,N=3)	(ACUM)	(H=1, N=3)	(ACUM)	
1	AGRICU	MAE	57,0	4,8E+07	6,30	3,80	3,30	1,04	0,93
	BJ		68,0	4,2E+07	5,30	4,90	3,60	1,40	0,99
2	ALIBEB	MAE	64,0	1,5E+08	5,00	3,10	4,10	1,06	0,86
	BJ		68,0	1,4E+08	4,90	2,90	3,80	0,91	0,93
3	FERRAÇ	MAE	58,0	4,7E+06	5,60	6,70	8,00	0,96	0,99
	BJ		63,0	4,1E+06	5,30	7,00	9,00	1,01	0,83
4	MINMET	MAE	73,0	3,9E+06	5,70	3,80	6,60	0,31	0,29
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
5	OUTIND	MAE	73,0	1,5E+08	6,90	5,30	6,40	1,14	0,93
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
6	PAPCEL	MAE	63,0	8,1E+06	5,20	10,20	12,00	0,65	0,79
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
7	QUIMIC	MAE	66,0	3,5E+07	6,80	4,50	7,00	4,09	2,57
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
8	TEXVES	MAE	81,0	5,8E+07	6,90	10,80	18,20	0,99	0,99
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
9	MINPEL	MAE	Não há consumo das famílias para este setor.						
	BJ								
10	COMSER	MAE	79,0	4,4E+08	7,30	16,00	22,50	2,32	1,97
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
11	SERPUB	MAE	81,0	3,3E+06	33,45	1,00	1,00	7,30	9,20
	BJ					ARIMA(0,1,0)			
12	TRANSP	MAE	74,0	2,4E+07	6,40	4,70	5,40	0,71	1,22
	BJ					ARIMA(0,1,0)			

(*) valores expressos em termos percentuais

Notas: H: horizonte; N: quantidade de previsões; ACUM: acumulado

Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Os setores de Minerais não metálicos (4), Outras Indústrias (5) e Transportes (12) apresentaram resultados estatísticos satisfatórios para o método de Amortecimento Exponencial tanto dentro quanto fora da amostra, dessa forma, pode-se credenciarlos como setores que apresentarão boas previsões com relação ao consumo das famílias. (tabela 6)

Desse modo, após definir o método mais ajustado a cada setor incorporam-se novamente os dados retirados à amostra, atualizam-se os parâmetros e fazem-se as projeções. Porém, como o foco principal do trabalho não é apenas projetar os agregados macroeconômicos de forma setorial, e sim, estimá-los para impactá-los na matriz IP, reporta-se no anexo 5 os gráficos com os dados reais e as estimativas 10 anos a frente⁴⁴, com a finalidade de visualizar o comportamento das previsões.

3.1.2. Exportações

Com relação a análise econométrica para as exportações, ao observar a tabela 7, percebe-se que os setores Outras Indústrias (5), Indústria Química (7) e Têxtil e Vestuários (8) podem ser comparados quanto ao melhor método de estimação. Ainda, fica evidente que tanto dentro quanto fora da amostra ambos os setores apresentam melhores métricas para o modelo de Box & Jenkins, logo, selecionado.

Outros dois setores (Agricultura (1) e Minerais não metálicos (4)) apresentaram boas métricas estatísticas para o método de Amortecimento Exponencial, principalmente quando a análise é feita fora da amostra. (tabela 7).

Ainda, pode-se observar no anexo 6 os gráficos com os dados reais e as estimativas 10 anos a frente para o setor de exportação.

⁴⁴ Apesar da estimação do módulo econométrico ser 10 anos a frente para os diferentes setores dos três componentes da demanda final, é importante lembrar que a análise EC+IP é feita apenas para os anos de 2009 a 2014.

Tabela 7 – Resultados das estatísticas de teste das Exportações para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)

		DENTRO DA AMOSTRA			FORA DA AMOSTRA			
Período		1974 a 2007			1974 a 2004			
setores	Medidas	R ² *	BIC	MAPE*	MAPE*	MAPE*	GMRAE	GMRAE
						(H=1,N=3)	(ACUM)	(H=1, N=3)	(ACUM)
1	MAE	85,0	4,1E+09	14,10	8,60	14,00	0,52	0,54
	BJ	ARIMA(0,1,0)						
2	MAE	88,2	3,1E+08	15,76	10,10	15,10	0,84	0,82
	BJ	ARIMA(0,1,0)						
3	MAE	90,7	2,8E+09	19,02	11,50	18,20	0,78	0,80
	BJ	ARIMA(0,1,0)						
4	MAE	95,2	1,6E+08	14,30	2,60	4,60	0,13	0,20
	BJ	ARIMA(0,2,0)						
5	MAE	93,7	5,6E+09	14,30	24,20	26,80	2,02	1,54
	BJ	95,7	3,7E+09	12,00	6,60	12,10	0,55	0,62
6	MAE	91,5	8,3E+08	32,55	24,60	28,70	1,62	1,31
	BJ	ARIMA(0,1,0)						
7	MAE	90,1	1,7E+09	22,11	17,40	27,10	0,82	0,85
	BJ	92,6	1,4E+09	15,60	11,70	23,40	0,53	0,65
8	MAE	92,0	1,0E+09	11,04	4,50	7,30	0,61	0,62
	BJ	92,6	9,6E+08	9,90	4,10	8,10	0,22	0,40
9	MAE	93,5	1,3E+09	13,55	9,70	17,30	0,22	0,29
	BJ	ARIMA(0,2,0)						

(*) valores expressos em termos percentuais

Notas: H: horizonte; N: quantidade de previsões; ACUM: acumulado

Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

3.1.3. Importações

Com relação ao agregado macroeconômico, importação, as métricas estatísticas não apresentaram resultados tão satisfatórios quanto para o consumo das famílias e as exportações, contudo, foram selecionados dois setores para serem estimados.

Quanto ao setor Outras Indústrias (5) o método de Box & Jenkins demonstrou-se mais ajustado aos dados e, portanto melhor para se fazer as previsões. Já a

Indústria de Minerais não metálicos (4), ao analisar fora da amostra o método de amortecimento Exponencial, observa-se que o grau de ajustamento dos dados previstos aos reais melhoram substancialmente, dessa forma, adota-se tal modelo. (tabela 8)

Por fim, reiterando que os mesmos procedimentos foram adotados, estima-se as importações 10 anos a frente, sendo que, os gráficos dos setores selecionados estão reportados no anexo 7.

Tabela 8 – Resultados das estatísticas de teste das Importações para o Modelo de Amortecimento Exponencial (MAE) e de Box & Jenkins (BJ)

		DENTRO DA AMOSTRA			FORA DA AMOSTRA			
Período		1974 a 2007			1974 a 2004			
setores	Medidas	R ² *	BIC	MAPE*	MAPE*	MAPE*	GMRAE	GMRAE
					(H=1,N=3)	(ACUM)	(H=1, N=3)	(ACUM)
1	MAE	68,9	1,2E+09	25,37	19,30	28,00	1,01	1,00
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
2	MAE	86,0	5,1E+08	17,83	15,60	25,00	0,91	0,92
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
3	MAE	80,1	1,3E+09	22,50	19,10	30,20	0,80	0,83
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
4	MAE	84,6	2,2E+08	22,19	14,70	22,00	0,89	0,90
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
5	MAE	93,1	8,8E+09	13,91	18,00	27,30	0,89	0,90
	BJ	96,4	4,3E+09	12,92	13,10	23,80	0,64	0,74
6	MAE	66,23	4,1E+09	17,84	16,70	25,70	0,94	0,94
	BJ	65,7	3,2E+09	16,17	25,60	36,30	1,45	1,37
7	MAE	80,7	5,8E+08	18,00	18,00	28,10	1,00	1,00
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
8	MAE	92,8	2,7E+09	15,52	17,80	27,40	0,89	0,90
	BJ				ARIMA(0,1,0)			
9	MAE	86,8	8,6E+08	18,27	23,10	35,00	0,95	0,96
	BJ				ARIMA(0,1,0)			

(*) valores expressos em termos percentuais

Notas: H: horizonte; N: quantidade de previsões; ACUM: acumulado

Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

3.2. Módulo Econométrico com Insumo-Produto

Após explicitar as métricas econométricas para os agregados macroeconômicos, faz-se a previsão dos mesmos, projetando-os na matriz de IP. Desse modo, é possível obter estimativas setoriais (matriz IP) com variações setoriais (módulo EC) para os anos de 2009 a 2014 em três diferentes cenários.

Além disso, vale ressaltar que, devido a quantidade de resultados previstos, tal análise será abordada de acordo com os agregados macroeconômicos (e.g. consumo das famílias) e ainda, com o setor que está sendo projetado (e.g. agricultura).

3.2.1. Consumo das Famílias

No Brasil, o consumo das famílias representou aproximadamente 48% do PIB em 2007, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008), portanto, seu estudo é significativo para todos os setores da economia, dado que sua variação irá impactar diretamente na produção desses setores, e conseqüentemente no consumo de energia elétrica dos mesmos. Dessa forma, projetar o consumo das famílias de forma setorial torna-se um exercício relevante em termos de previsão do consumo de eletricidade.

Antes de iniciar a análise segmentada, é importante fazer uma análise global dos setores que foram trabalhados nesta seção⁴⁵. De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (2007)⁴⁶, em 2006, o consumo total destes setores foi de aproximadamente 142.000 GWh. Por outro lado, ao projetar o consumo das famílias, observou-se que a previsão de consumo, em 2009, dado um cenário moderado, girará em torno de 27.000 GWh, ou seja, as famílias estariam consumindo apenas 18% da energia elétrica utilizada por esses setores. Inicialmente tal fato pode não parecer realista, no entanto, ao observar os setores analisados, percebe-se que o

⁴⁵ Os setores foram: Agropecuária, Alimentos e Bebidas, Ferro e Aço, Metais não Ferrosos e Outras Metalurgias, Outras Indústrias e Transportes.

⁴⁶ Observa-se que na seção 1.3.1. deste trabalho, há uma discussão mais detalhada do consumo de energia elétrica setorial entre os anos de 1991 e 2006.

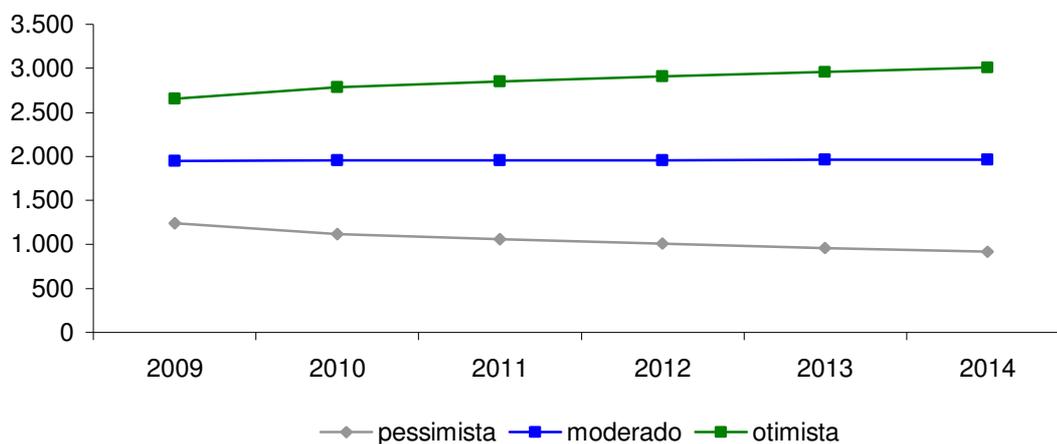
consumo das famílias não é um componente da demanda final que consome muita energia elétrica com relação a maioria desses segmentos.

3.2.1.1. Agropecuária

Conforme pode ser observado no gráfico 7, uma variação no consumo das famílias do setor agropecuário irá ocasionar um consumo de energia elétrica agregado de aproximadamente 2.000 GWh nos anos de 2009 e 2010 num cenário moderado, podendo chegar a um consumo de 3.000 GWh em 2014 de acordo com o aumento do consumo das famílias deste setor.

Vale observar que, em termos de volume de consumo de energia elétrica tal resultado representa apenas uma pequena fração do consumo do setor⁴⁷, dado que a projeção é apenas no consumo das famílias do setor agropecuário.

Gráfico 7 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias no setor Agropecuário



Fonte: elaboração própria do autor

⁴⁷ Em 2006, o consumo do setor foi de 16.400 GWh.

Quanto ao perfil⁴⁸ do consumo de energia elétrica (percentual consumido por cada setor em relação ao dispêndio total) (tabela 9), dado uma previsão no consumo das famílias no setor agropecuário, verifica-se que os setores que mais irão consumir energia são, o próprio setor Agropecuário (com 48% deste dispêndio), o setor Químico (com 24,1%), e o setor de Alimentos e Bebidas (11,7%). Tal resultado exhibe uma relação mais próxima do setor agropecuário com estes setores, dessa forma, ambos devem ser avaliados com mais critério quando a análise for o consumo das famílias na agropecuária.

Ainda, com relação à tabela 9, verifica-se que o setor Agropecuário sozinho consumirá cerca de 590 GWh em 2009 podendo chegar em 2014 a um consumo de 1.440 GWh (variação de 40% em 5 anos). Quanto aos outros setores, destaque para o setor Químico e Alimentos e Bebidas que poderão atingir um consumo, em 2014, de 720 GWh e 350 GWh respectivamente, dado uma previsão do consumo das famílias do setor agropecuário.

Tabela 9 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação do consumo das famílias do setor Agropecuário

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	595,6	934,8	1.273,9	438,9	941,7	1.444,5
MINPEL	40,4	63,4	86,4	29,8	63,9	98,0
ALIBEB	145,0	227,6	310,2	106,9	229,3	351,7
TEXVES	4,6	7,2	9,8	3,4	7,3	11,1
PAPCEL	25,5	39,9	54,4	18,8	40,2	61,7
QUIMIC	299,4	469,8	640,3	220,6	473,3	726,1
MNMET	4,2	6,6	9,1	3,1	6,7	10,3
FERAÇO	69,5	109,1	148,7	51,2	109,9	168,6
OUTIND	14,1	22,2	30,2	10,4	22,3	34,3
COMSER	31,8	49,9	68,0	23,4	50,3	77,1
TRANSP	2,3	3,6	4,9	1,7	3,6	5,5
SERPUB	8,4	13,2	18,0	6,2	13,3	20,4
TOTAL	1.240,9	1.947,4	2.653,9	914,4	1.961,9	3.009,4

Fonte: elaboração própria do autor

Por fim, o baixo consumo de energia elétrica desse setor pode ser explicado por três fatores basicamente. Primeiro, pelo fato de ser demandado pelos demais setores e

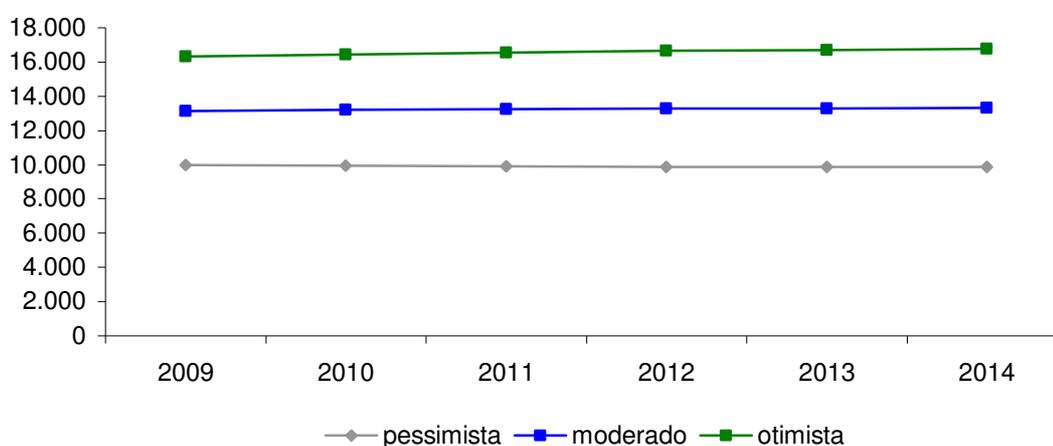
⁴⁸ É importante observar que o perfil do consumo de energia elétrica irá se repetir quando o setor for o mesmo e para os diferentes cenários e anos, independente da projeção. Isso pode ser explicado por uma limitação da matriz de IP que são os coeficientes fixos de insumo-produto, já explicitados nesta dissertação.

demandá-los pouco, conforme observado na seção 2.1.2, ou seja, não consome tanta eletricidade dos demais setores. Segundo, por ser um setor exportador, e em terceiro, conforme também explicitado na seção 2.1.2. (tabela 2), por ser um setor com um coeficiente de energia elétrica em relação ao seu PIB relativamente baixo, ou seja, é um setor que utiliza pouca eletricidade.

3.2.1.2. Alimentos e Bebidas

Com relação a uma variação no consumo das famílias do setor de Alimentos e Bebidas, observa-se que o consumo agregado de eletricidade está se modificando pouco ao longo dos anos. Em 2009, o consumo mínimo poderá ser de 9.900 GWh e o máximo poderá chegar aos 16.000 GWh (gráfico 8). É interessante observar o quanto o consumo de eletricidade neste setor é maior que no setor agropecuário, tal fato, pode ser explicado por três motivos, o primeiro porque o setor de Alimentos e Bebidas representa um percentual maior do consumo das famílias, daí a quantidade de energia despendida será maior. Em segundo lugar, o setor de Alimentos e Bebidas é mais intensivo em energia elétrica (seção 2.1.2), e por isso, consome mais esse insumo. E, em terceiro, este é um setor, conforme observado na análise de setores-chave, que demanda muito dos demais setores para produzir seu produto final, o que aumenta o consumo agregado de eletricidade.

Gráfico 8 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Alimentos e Bebidas



Fonte: elaboração própria do autor

Outra característica relevante desse segmento está na representatividade do consumo das famílias, isto é, comparando a previsão moderada de 2009 com o resultado apurado de 2006, o consumo das famílias representaria cerca de 65% da eletricidade consumida pelo setor. Vale lembrar que, apenas o setor de Transportes é tão ligado ao consumo das famílias entre os setores analisados.

Quanto ao dispêndio de energia elétrica desagregado, observa-se que o próprio setor de Alimentos e Bebidas é o que mais consome (aproximadamente 9.000 GWh em 2009, com participação de 68,4% do total). Além do próprio setor, destaque para o setor agrícola (aproximadamente 1.400 GWh e participação de 10,0% do total) e o setor Químico (7,9% de participação) (tabela 10).

Ao observar a variação do consumo destes três setores verifica-se que o dispêndio com eletricidade pode variar cerca de 70% em 5 anos (2009 a 2014). Isto é, o consumo poderá variar de aproximadamente 1.000 GWh em 2009 para 1.682 GWh em 2014, no setor agrícola. No setor de Alimentos e Bebidas poderá oscilar entre 6.800 e 11.500 GWh, e no setor Químico poderá variar entre 780 e 1.400 GWh.

Tabela 10 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Alimentos e Bebidas

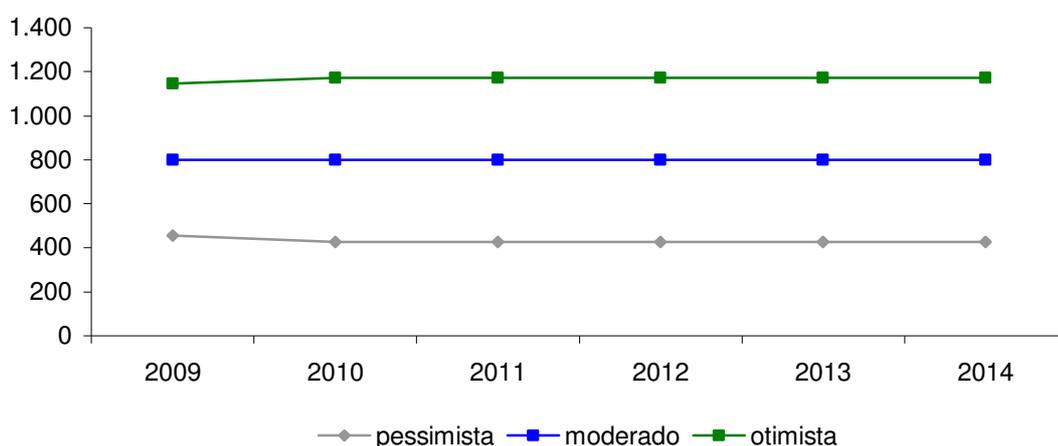
Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	1.001,6	1.319,9	1.638,2	991,0	1.336,9	1.682,8
MINPEL	108,6	143,1	177,6	107,4	144,9	182,4
ALIBEB	6.828,4	8.998,0	11.167,6	6.755,6	9.113,7	11.471,8
TEXVES	25,8	34,0	42,3	25,6	34,5	43,4
PAPCEL	252,5	332,8	413,0	249,8	337,0	424,3
QUIMIC	785,6	1.035,2	1.284,8	777,2	1.048,5	1.319,8
MNMET	30,3	40,0	49,6	30,0	40,5	51,0
FERAÇO	547,1	720,9	894,7	541,2	730,2	919,1
OUTIND	103,5	136,4	169,3	102,4	138,2	173,9
COMSER	215,4	283,8	352,3	213,1	287,5	361,8
TRANSP	17,1	22,5	28,0	16,9	22,8	28,7
SERPUB	66,2	87,2	108,2	65,5	88,3	111,2
TOTAL	9.982,1	13.153,8	16.325,5	9.875,7	13.322,9	16.770,1

Fonte: elaboração própria do autor

3.2.1.3. Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias

Com relação ao setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias, observa-se que apesar de ser um setor intensivo em eletricidade (seção 2.1.2), uma variação no consumo das famílias não proporcionará um aumento substancial no consumo de energia elétrica (gráfico 9), isto se explica pelo fato de que tal setor não é muito representativo para o consumo das famílias⁴⁹, e sim, para o setor de exportações e de formação bruta de capital fixo (ou seja, investimentos).

Gráfico 9 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias



Fonte: elaboração própria do autor

Ainda, conforme pode ser verificado na tabela 11, este é um setor onde o consumo de energia elétrica se dá quase por completo em si mesmo, isto é, cerca de 90% do consumo de energia elétrica advém do mesmo. No entanto, é importante verificar a possibilidade de uma variação de cerca de 160% no consumo do próprio setor entre os anos de 2009 a 2014, isto é, o dispêndio de eletricidade pode oscilar entre 420 e 1.100 GWh.

⁴⁹ Comparado com o consumo do setor em 2006, o dispêndio de energia elétrica após uma variação no consumo das famílias representaria apenas 2%.

Tabela 11 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,1
MINPEL	5,7	10,0	14,3	5,4	10,0	14,7
ALIBEB	1,0	1,8	2,6	1,0	1,8	2,6
TEXVES	0,3	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
PAPCEL	4,1	7,2	10,3	3,8	7,2	10,5
QUIMIC	12,3	21,6	30,9	11,6	21,6	31,7
MNMET	1,1	1,9	2,7	1,0	1,9	2,8
FERAÇO	420,9	739,7	1.058,4	395,9	739,7	1.083,5
OUTIND	3,5	6,1	8,8	3,3	6,1	9,0
COMSER	3,7	6,5	9,3	3,5	6,5	9,6
TRANSP	0,3	0,6	0,8	0,3	0,6	0,8
SERPUB	2,5	4,4	6,3	2,4	4,4	6,4
TOTAL	455,8	800,9	1.146,1	428,6	800,9	1.173,2

Fonte: elaboração própria do autor

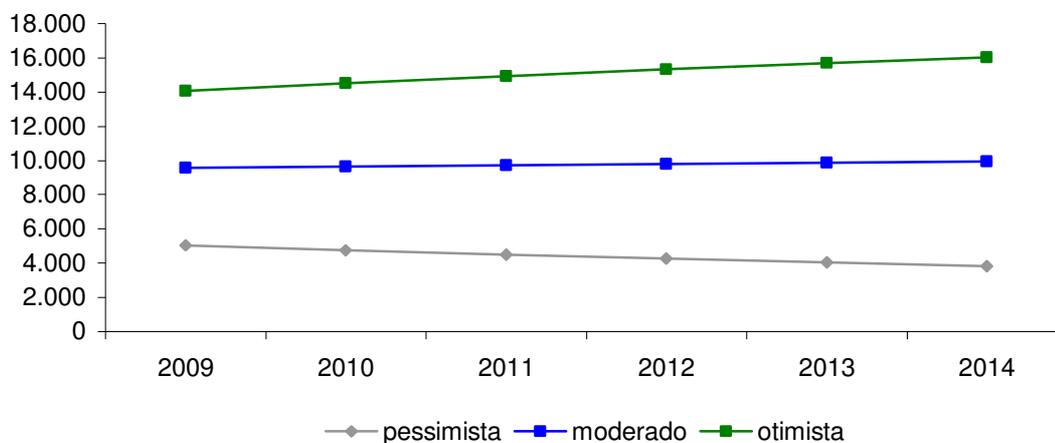
3.2.1.4. Outras Indústrias⁵⁰

Com relação a previsão agregada do consumo de energia elétrica, após uma variação no consumo das famílias no setor Outras Indústrias, percebe-se que poderá atingir em 2014 um patamar de aproximadamente 16.000 GWh (gráfico 10). Fato este que pode ser creditado principalmente ao consumo do próprio setor (cerca de 7.350 GWh) e do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias (cerca de 5.400 GWh) (tabela 12).

Vale observar que, este é um setor que despense uma fatia relativa de eletricidade devido ao consumo das famílias, isto porque, ao observar o consumo do setor em 2006 (seção 1.3.1) e comparar com um provável consumo em 2009, após uma variação no consumo das famílias, verifica-se que o dispêndio advindo das famílias representa aproximadamente 25% do consumo de eletricidade do setor.

⁵⁰ Estão inseridos em Outras Indústrias os seguintes setores: (1) Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos; (2) Eletrodomésticos; (3) Máquinas para escritório e equipamentos de informática; (4) Máquinas, aparelhos e materiais elétricos; (5) Material eletrônico e equipamentos de comunicações; (6) Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico; (7) Automóveis, camionetas e utilitários; (8) Caminhões e ônibus; (9) Peças e acessórios para veículos automotores; (10) Outros equipamentos de transporte; (11) Móveis e produtos das indústrias diversas; (12) Construção; (13) Cimento.

Gráfico 10 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Outras Indústrias



Fonte: elaboração própria do autor

Conforme pode ser observado na tabela 12, onde se verifica o dispêndio desagregado do consumo de energia elétrica para consumo das famílias do setor Outras Indústrias, os setores que mais consomem energia são, o próprio setor (45,8% do total) e o setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias (33,5% do total). É importante salientar que, tal relação condiz com as relações econômicas intra-setoriais, isto é, o setor outras indústrias é intensivo em matérias-primas do setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias.

Tabela 12 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Outras Indústrias

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	15,7	29,7	43,7	11,9	30,9	49,9
MINPEL	69,8	132,1	194,4	52,8	137,3	221,7
ALIBEB	34,2	64,8	95,3	25,9	67,3	108,7
TEXVES	16,5	31,3	46,0	12,5	32,5	52,5
PAPCEL	247,3	468,1	688,9	187,1	486,3	785,6
QUIMIC	333,1	630,5	927,9	252,0	655,1	1.058,1
MNMET	149,6	283,1	416,6	113,1	294,1	475,1
FERAÇO	1.694,8	3.208,1	4.721,4	1.282,2	3.333,1	5.384,0
OUTIND	2.314,3	4.380,8	6.447,3	1.750,9	4.551,5	7.352,0
COMSER	131,1	248,2	365,3	99,2	257,9	416,5
TRANSP	6,7	12,7	18,7	5,1	13,2	21,3
SERPUB	39,0	73,7	108,5	29,5	76,6	123,7
TOTAL	5.052,1	9.563,1	14.074,1	3.822,2	9.935,7	16.049,1

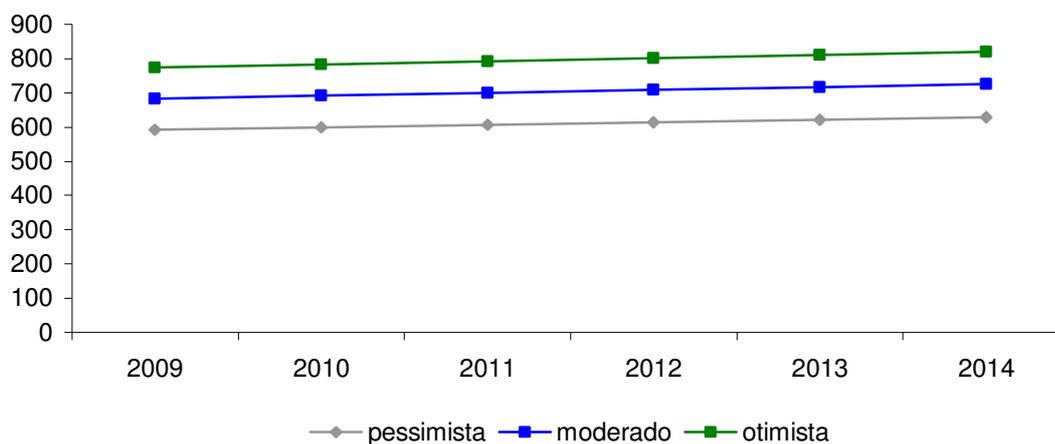
Fonte: elaboração própria do autor

3.2.1.5. Transportes

Quanto ao setor de Transportes, observou-se, nas seções 1.3.1 e 2.1.2 que este não é um setor intensivo no consumo de energia elétrica, além disso, percebeu-se que é um setor onde o consumo deste insumo não varia muito ao longo do tempo. Tal constatação evidenciou-se na previsão, isto porque, ao variar o consumo das famílias no setor Transportes, a demanda por eletricidade irá variar, no máximo, entre 600 GWh (cenário pessimista) em 2009, e 820 GWh (cenário otimista) em 2014. (gráfico 11)

Além disso, é importante observar a força que o consumo das famílias exerce em relação ao consumo de eletricidade, isto é, ao comparar o consumo de eletricidade do setor em 2006, com a previsão de consumo em 2009, após uma variação no consumo das famílias, observa-se que o dispêndio representaria aproximadamente 50% do consumo do setor.

Gráfico 11 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor de Transportes



Fonte: elaboração própria do autor

Ainda, conforme pode ser observado na tabela 13, o setor de Transportes, ao contrário dos demais setores, não é o que mais consome eletricidade após uma variação no mesmo. Isto é, dado um cenário moderado, enquanto o setor consumiu 54 GWh em 2009 (8,0% da eletricidade), a indústria Química consumiu 285 GWh

(41,8% da energia elétrica). Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias, Outras Indústrias e o setor de Comércio e Serviços consumiram aproximadamente 80, 66 e 56 GWh respectivamente, da energia demanda pelo setor de Transportes.

Tabela 13 – Dispendio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação no consumo das famílias do setor Transportes

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	5,9	6,8	7,7	6,3	7,2	8,2
MINPEL	30,2	34,8	39,4	32,0	36,9	41,8
ALIBEB	15,7	18,1	20,4	16,6	19,1	21,7
TEXVES	7,2	8,3	9,4	7,6	8,8	9,9
PAPCEL	46,4	53,5	60,6	49,3	56,8	64,3
QUIMIC	247,6	285,5	323,4	262,8	302,8	342,7
MNMET	5,4	6,2	7,0	5,7	6,5	7,4
FERAÇO	69,4	80,0	90,7	73,7	84,9	96,1
OUTIND	57,6	66,5	75,3	61,2	70,5	79,8
COMSER	48,5	56,0	63,4	51,5	59,3	67,2
TRANSP	47,1	54,3	61,6	50,0	57,6	65,2
SERPUB	11,7	13,5	15,3	12,4	14,3	16,2
TOTAL	592,7	683,4	774,2	629,1	724,8	820,5

Fonte: elaboração própria do autor

3.2.2. Exportações

O motivo pelo qual se analisou variações nas exportações para o consumo de energia elétrica são dois. Em primeiro lugar, devido a importância do setor para a economia brasileira, onde nos últimos 10 anos, o setor passou de uma participação percentual em relação ao PIB, de aproximadamente 8% em 1997 para 12% em 2007, segundo IBGE (2008). Em segundo lugar, conforme já destacado, pelo fato do setor estar diretamente ligado ao processo produtivo, conseqüentemente quando se exporta um produto o país está exportando energia elétrica.

Antes de iniciar a análise por setores, faz-se uma análise global dos segmentos trabalhados nesta seção⁵¹. De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (2007), em 2006, o consumo total dos mesmos foi de aproximadamente 70.000 GWh, resultado que se comparado com a previsão de consumo após variações nas exportações para o ano de 2009 (cenário pessimista) será 37% inferior, ou seja, somente para exportar esses setores irão consumir 37% a mais de energia que

⁵¹ Agropecuária, Minerais não Metálicos, Outras Indústrias e Têxtil e Vestuário.

consumiram em 2006. Para um cenário moderado, este dispêndio representará 97% a mais quando comparado com 2006. Portanto, este resultado pode servir de alerta para futuros investimentos no setor elétrico.

3.2.2.1. Agropecuária

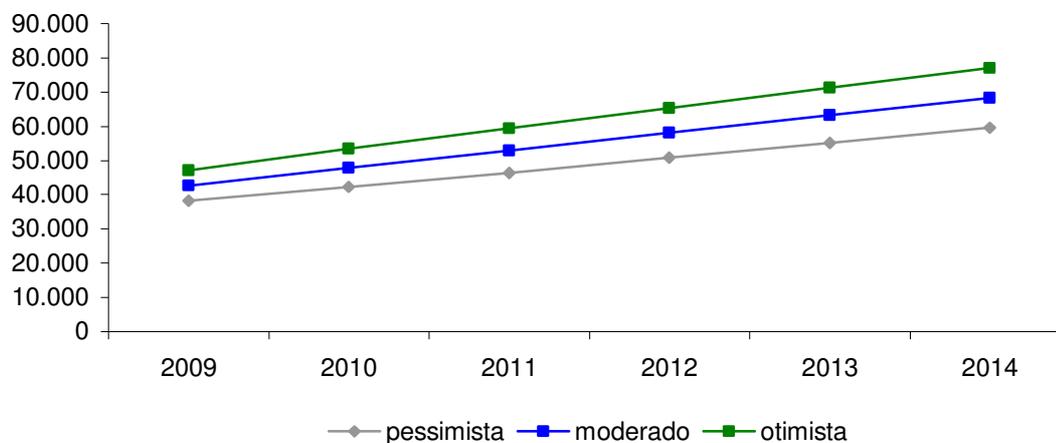
O setor agropecuário apresenta elevada participação com relação às exportações do país, portanto, a previsão agregada do consumo de energia elétrica desse setor torna-se relevante. Como pode-se observar, o consumo de eletricidade, em 2009, será de aproximadamente 43.000 GWh e poderá atingir em 2014, o patamar de 78.000 GWh (gráfico 12). Conforme se verifica, comparando o consumo de energia elétrica do setor agropecuário após variação no consumo das famílias, o dispêndio deste insumo é muito maior para as exportações.

Tal discrepância pode ser explicada, em primeiro lugar, devido ao volume de produtos agrícolas exportados, maior que o consumo das famílias do setor. Em segundo lugar, devido ao crescimento acelerado das exportações do setor nos últimos anos, o que refletiu na previsão para os anos subseqüentes.

Outra comparação relevante, diz respeito à previsão de consumo para 2009 (após uma variação nas exportações) e o consumo total efetivo em 2006, isto porque, observa-se um dispêndio de eletricidade 160% superior em 2009. Tal resultado reflete não só a importância das exportações para o setor, mas também, o quão rápido este segmento cresce para a agricultura.

Quanto ao dispêndio de energia elétrica desagregado após uma variação no consumo das famílias no setor Agropecuário, verifica-se, em um cenário moderado, que o setor agrícola consumirá cerca de 20.000 GWh em 2009 (maior consumidor), seguido pelo setor Químico (aproximadamente 10.000 GWh) e do setor de Alimentos e Bebidas (cerca de 5.000 GWh). Os setores que menos irão despender eletricidade devido as exportações do setor agrícola serão, o setor de Transportes e o de Têxtil e Vestuário. (tabela 14)

Gráfico 12 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Agropecuário



Fonte: elaboração própria do autor

Tabela 14 – Dispendio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações no setor Agropecuário

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	18.363,2	20.487,1	22.611,1	28.616,0	32.809,1	37.002,2
MINPEL	1.246,1	1.390,2	1.534,3	1.941,8	2.226,4	2.510,9
ALIBEB	4.471,3	4.988,5	5.505,7	6.967,8	7.988,8	9.009,8
TEXVES	141,5	157,9	174,2	220,5	252,8	285,1
PAPCEL	784,7	875,4	966,2	1.222,8	1.402,0	1.581,2
QUIMIC	9.229,9	10.297,5	11.365,0	14.383,3	16.490,9	18.598,5
MNMET	130,6	145,7	160,8	203,5	233,3	263,1
FERAÇO	2.143,2	2.391,1	2.639,0	3.339,9	3.829,3	4.318,7
OUTIND	435,8	486,2	536,6	679,1	778,7	878,2
COMSER	979,9	1.093,2	1.206,5	1.527,0	1.750,7	1.974,4
TRANSP	70,2	78,3	86,4	109,4	125,4	141,5
SERPUB	259,9	289,9	320,0	405,0	464,3	523,6
TOTAL	38.256,3	42.681,1	47.105,9	59.616,1	68.351,7	77.087,3

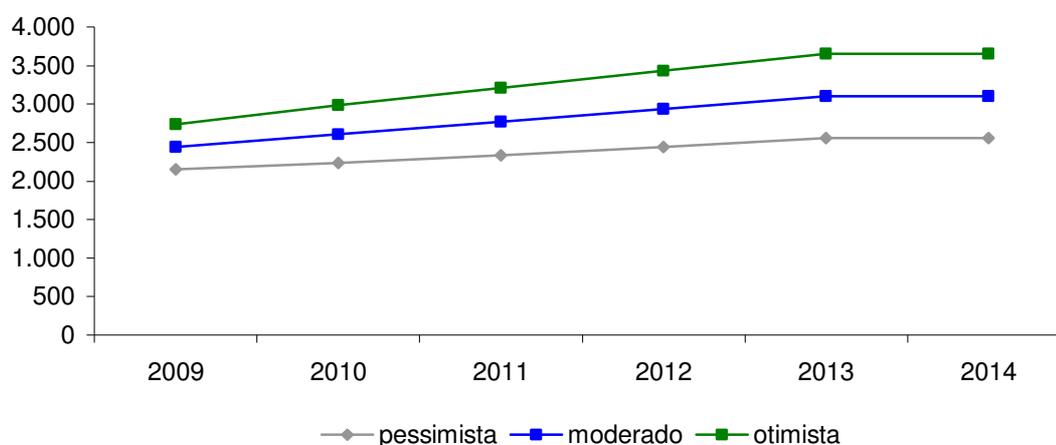
Fonte: elaboração própria do autor

3.2.2.2. Minerais não Metálicos

Quanto ao setor de Minerais não Metálicos, como pode-se observar, há uma tendência de aumento do consumo de energia elétrica ao longo dos anos, embora, não ocorra muita diferença em relação aos diferentes cenários (gráfico 13).

Ao comparar os gastos do setor com ano de 2006, observa-se que em 2014, somente as exportações consumiriam cerca de 75% da energia elétrica despendida pelo setor (cenário moderado). Apesar de ser uma comparação entre dois anos distantes, faz sentido porque o consumo de eletricidade deste setor não varia muito ao longo dos anos, conforme pode ser observado no gráfico 13.

Gráfico 13 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Minerais não metálicos



Fonte: elaboração própria do autor

Com relação ao consumo desagregado deste setor (tabela 15), verifica-se que o mesmo consumirá cerca de 1.600 GWh ou 63,3% da energia elétrica total em 2009 (cenário moderado), podendo atingir em 2014 um dispêndio de energia de aproximadamente 2.000 GWh. Outros dois setores com forte ligação ao setor de Minerais não Metálicos, são o de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias (representam 10,7% do gasto com eletricidade agregado), isto é, em 2014, poderá atingir um consumo de 400 GWh e o setor Químico (com 10,3% deste dispêndio) podendo atingir um patamar de consumo de aproximadamente 350 GWh.

Tabela 15 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações no setor Minerais não Metálicos

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	9,4	10,7	12,0	11,2	13,6	15,9
MINPEL	69,4	78,9	88,4	82,5	100,2	117,9
ALIBEB	18,3	20,8	23,3	21,8	26,4	31,1
TEXVES	13,2	15,0	16,8	15,7	19,0	22,4
PAPCEL	72,9	82,9	92,8	86,6	105,2	123,8
QUIMIC	221,1	251,3	281,5	262,7	319,0	375,3
MNMET	1.360,7	1.546,5	1.732,2	1.616,5	1.963,2	2.309,9
FERAÇO	229,0	260,3	291,6	272,1	330,5	388,8
OUTIND	49,8	56,6	63,4	59,2	71,9	84,6
COMSER	60,3	68,5	76,7	71,6	87,0	102,3
TRANSP	3,9	4,5	5,0	4,7	5,6	6,6
SERPUB	41,7	47,4	53,1	49,6	60,2	70,8
TOTAL	2.149,9	2.443,4	2.736,8	2.554,1	3.101,8	3.649,6

Fonte: elaboração própria do autor

3.2.2.3. Outras Indústrias

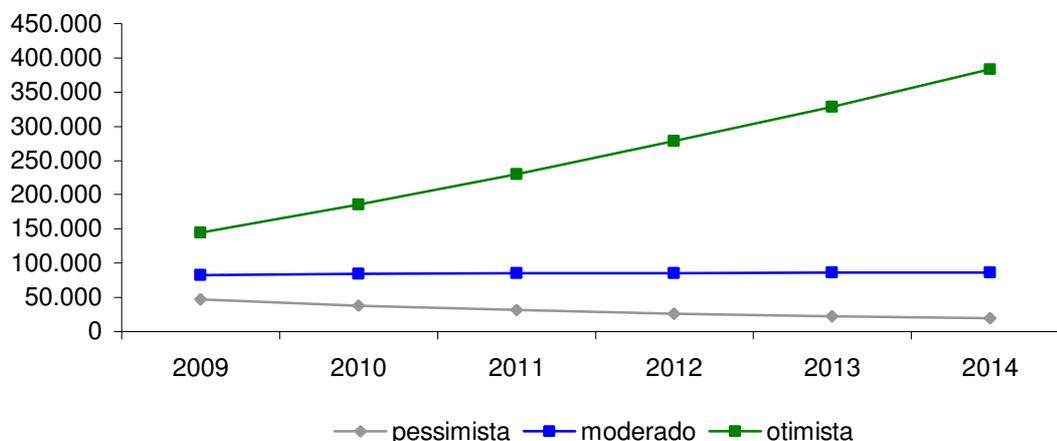
Quanto a previsão agregada do consumo de energia elétrica, após uma projeção nas exportações do setor Outras Indústrias é importante salientar, em primeiro lugar, a elevada participação do setor nas exportações do país, e em segundo lugar, que este é um segmento intermediário no consumo de energia elétrica (coeficiente PIB/GWh de 0,227).

Conforme pode-se observar no gráfico 14, o consumo agregado de energia elétrica deste setor será de aproximadamente 82.000 GWh em 2009 (cenário moderado), podendo atingir o patamar de 382.000 GWh em 2014 (cenário otimista). É importante observar que, há uma discrepância no resultado com relação a previsão otimista, portanto, a mesma foi desconsiderada⁵².

Contudo, quanto ao consumo no cenário moderado, observou-se a importância desse setor no dispêndio de energia elétrica, pois comparado com 2006, o consumo em 2009 é quase o dobro, o que demonstra o crescimento do setor nas exportações.

⁵² Vale salientar que, tal desvio na previsão só foi possível de verificar devido ao estudo do setor de Energia Elétrica apresentado na seção 1.3.1. Em outras palavras, observou-se que o consumo de energia elétrica em 2014 seria 10 vezes maior se comparado com 2006.

Gráfico 14 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Outras Indústrias



Fonte: elaboração própria do autor

Quanto ao dispêndio de energia elétrica setorial e o perfil do consumo (tabela 16), o setor Outras Indústrias representa aproximadamente 45,8% do dispêndio de eletricidade (aproximadamente 38.000 GWh, num cenário moderado em 2009) e o setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias com 33,5% deste dispêndio e um consumo de aproximadamente 28.000 GWh no mesmo cenário e ano.

Tabela 16 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações do setor Outras Indústrias

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	147,7	257,8	450,1	60,2	267,5	1.189,2
MINPEL	656,8	1.146,6	2.001,5	267,5	1.189,4	5.288,6
ALIBEB	322,0	562,0	981,1	131,1	583,0	2.592,3
TEXVES	155,5	271,4	473,8	63,3	281,6	1.251,9
PAPCEL	2.327,3	4.062,5	7.091,6	947,8	4.214,3	18.738,3
QUIMIC	3.134,8	5.472,1	9.552,1	1.276,6	5.676,5	25.239,9
MNMET	1.407,5	2.456,9	4.288,9	573,2	2.548,7	11.332,6
FERAÇO	15.950,0	27.842,5	48.602,0	6.495,7	28.882,5	128.423,1
OUTIND	21.780,5	38.020,2	66.368,2	8.870,2	39.440,3	175.367,6
COMSER	1.234,0	2.154,1	3.760,1	502,5	2.234,5	9.935,6
TRANSP	63,1	110,2	192,4	25,7	114,3	508,3
SERPUB	366,6	639,9	1.117,0	149,3	663,8	2.951,5
TOTAL	47.545,8	82.996,2	144.878,6	19.363,1	86.096,3	382.818,9

Fonte: elaboração própria do autor

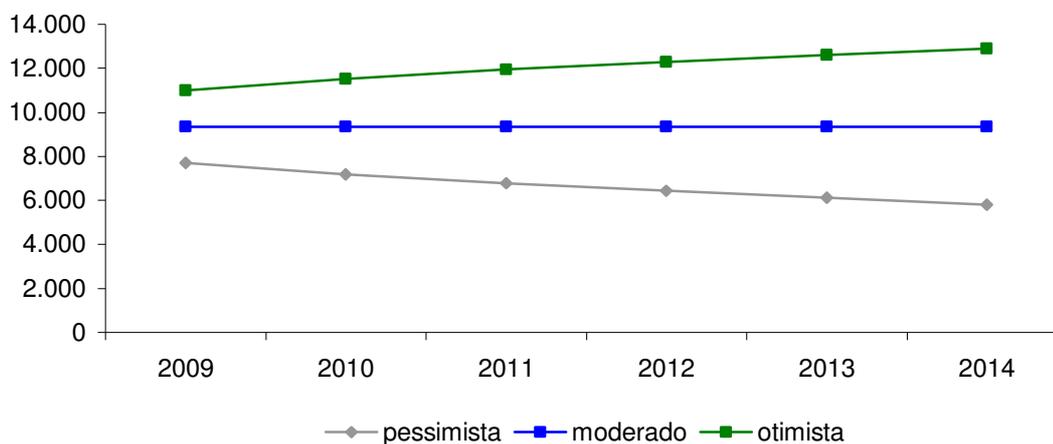
3.2.2.4. Têxtil e Vestuário

Com relação ao setor Têxtil e Vestuário, observa-se uma tendência diferente dos demais setores no que diz respeito ao consumo de energia elétrica, isto é, o setor é o único que não apresenta uma tendência crescente para o consumo deste insumo.

Como se pode verificar, mesmo num cenário otimista, o consumo tende a estacionariedade em 2014, num patamar de consumo de aproximadamente 9.000 GWh (gráfico 15). Isso pode ser creditado, ao fato de que o mesmo não vem crescendo tanto quanto os demais com relação às exportações.

No entanto, apesar da estacionariedade, credencia-se grande importância às exportações, pois, comparando o consumo de 2009 com 2006, observa-se que este representa cerca de 20% a mais no consumo de energia elétrica, sendo que o consumo é direcionado apenas para o setor exportador.

Gráfico 15 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas exportações do setor Têxtil e Vestuário



Fonte: elaboração própria do autor

Com relação ao dispêndio de energia elétrica desagregado, observa-se na tabela 17 que o mesmo gasta aproximadamente 70% da energia elétrica após uma variação nas exportações, ou seja, um dispêndio de 6.500 GWh em 2009. Além disso, destaque para a indústria Química (9,2% e um dispêndio de 900 GWh em 2009).

Tabela 17 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas exportações do setor Têxtil e Vestuário

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	181,1	219,7	258,4	136,5	219,7	303,0
MINPEL	91,2	110,6	130,1	68,7	110,6	152,5
ALIBEB	388,0	470,7	553,5	292,4	470,7	649,0
TEXVES	5.357,6	6.500,6	7.643,6	4.038,4	6.500,6	8.962,8
PAPCEL	209,8	254,6	299,4	158,2	254,6	351,1
QUIMIC	707,9	859,0	1.010,0	533,6	859,0	1.184,3
MNMET	19,7	23,9	28,1	14,8	23,9	32,9
FERAÇO	309,6	375,7	441,7	233,4	375,7	518,0
OUTIND	109,8	133,3	156,7	82,8	133,3	183,7
COMSER	239,8	291,0	342,2	180,8	291,0	401,2
TRANSP	11,4	13,8	16,2	8,6	13,8	19,0
SERPUB	89,3	108,4	127,4	67,3	108,4	149,4
TOTAL	7.715,2	9.361,3	11.007,3	5.815,6	9.361,3	12.906,9

Fonte: elaboração própria do autor

3.2.3. Importações

Observar variações nas importações numa matriz de insumo-produto que exhibe as relações da indústria nacional, num primeiro momento pode parecer incoerente, no entanto, a análise é pertinente e irá mostrar não o consumo de energia elétrica despendido por um determinado setor após uma alteração neste agregado macroeconômico, mas sim, o não consumo de eletricidade no país devido à importação destes produtos⁵³.

Quanto aos dois setores (Minerais não metálicos e Outras Indústrias) trabalhados nessa seção observa-se que o consumo de energia elétrica, em 2006, seria de aproximadamente 45.000 GWh, sendo que o setor Outras Indústrias representa cerca de 95% deste “não dispêndio”. Assim, a seguir são explicitadas as projeções setoriais das importações com o objetivo de verificar qual será a “economia” de eletricidade.

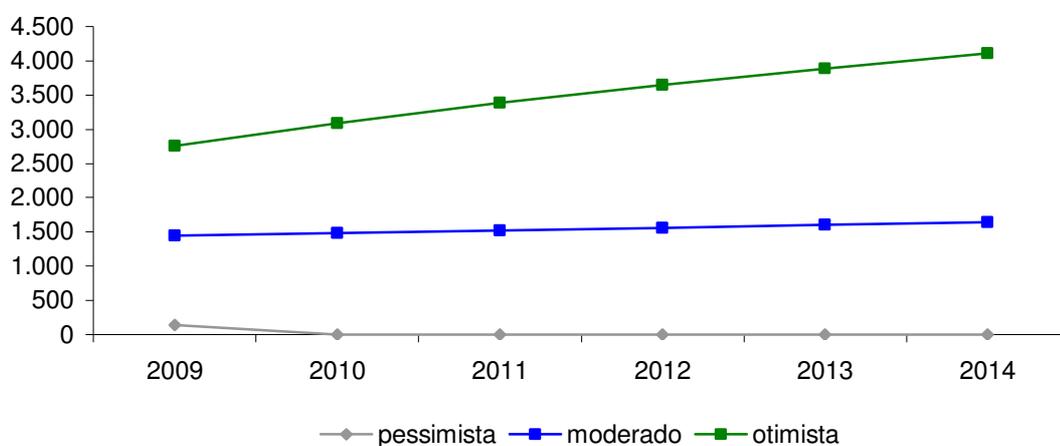
⁵³ É importante lembrar que esta análise leva em consideração apenas a estrutura energética e industrial do Brasil, ou seja, não significa que um outro país não possa produzir estes mesmos produtos com um gasto maior ou menor de eletricidade de acordo com sua matriz energética e industrial.

3.2.3.1. Minerais não Metálicos

Com relação à previsão agregada do consumo de energia elétrica após uma variação nas importações do setor de Minerais não Metálicos, observa-se que a economia de eletricidade no país giraria em torno de 2.000 GWh em 2010, num cenário moderado, podendo chegar aos 4.000 GWh, num cenário otimista, em 2014 (gráfico 16).

Ao comparar o consumo de eletricidade agregado com variações neste setor, tanto para as exportações como para as importações, observa-se que o consumo e o “não consumo” deste insumo nos cenários otimista e moderado estão em torno do mesmo valor, ou seja, este é um setor que consome e economiza (importações) praticamente a mesma quantidade de energia.

Gráfico 16 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas importações do setor Minerais não metálicos



Fonte: elaboração própria do autor

Quanto ao “não gasto” com energia elétrica setorial e o perfil de consumo do setor, observa-se que, em 2014, o setor de Ferro e Aço, Metais não Ferrosos e Outras Metalurgias e a indústria Química estariam consumindo entre 150 e 450 GWh de energia elétrica devido às demandas do setor Minerais não Metálicos. (tabela 18). Esta é uma característica do setor de Minerais não Metálicos, pois é um segmento que demanda muito dos demais setores para produzir seu produto final, conforme

observado na seção 2.1.2. Além disso, pode-se dizer que este é um setor intensivo no consumo de energia elétrica, com um coeficiente (GWh/PIB) de 0,338.

Tabela 18 – Dispêndio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas importações do setor Minerais não metálicos

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	0,6	6,3	12,0	0,0	7,2	18,0
MINPEL	4,6	46,7	88,9	0,0	53,0	132,8
ALIBEB	1,2	12,3	23,5	0,0	14,0	35,0
TEXVES	0,9	8,9	16,9	0,0	10,1	25,2
PAPCEL	4,8	49,1	93,4	0,0	55,7	139,5
QUIMIC	14,5	148,8	283,0	0,0	168,7	422,8
MNMET	89,5	915,6	1.741,7	0,0	1.038,4	2.602,0
FERAÇO	15,1	154,1	293,2	0,0	174,8	438,0
OUTIND	3,3	33,5	63,8	0,0	38,0	95,3
COMSER	4,0	40,6	77,2	0,0	46,0	115,3
TRANSP	0,3	2,6	5,0	0,0	3,0	7,5
SERPUB	2,7	28,1	53,4	0,0	31,8	79,8
TOTAL	141,4	1.446,6	2.751,8	0,0	1.640,6	4.111,1

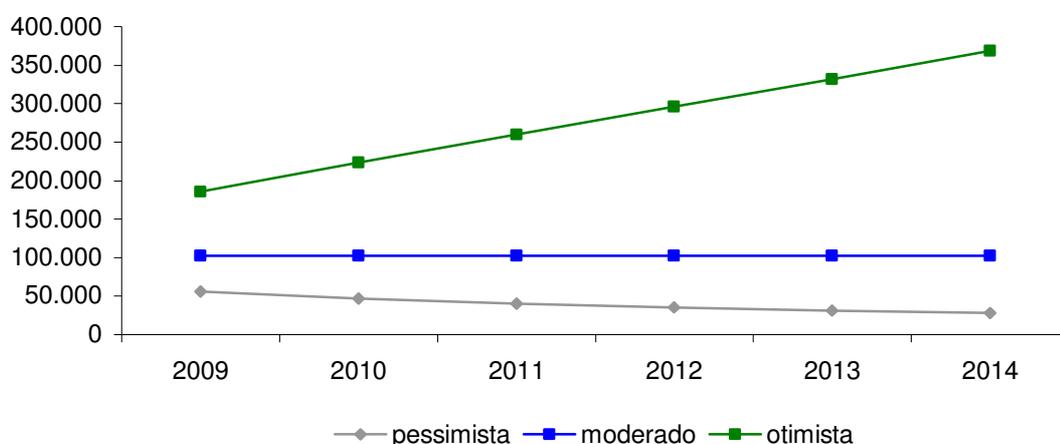
Fonte: elaboração própria do autor

3.2.3.2. Outras Indústrias

Por fim, quanto ao setor Outras Indústrias observa-se que num cenário moderado a “economia” de energia elétrica no país ficaria em torno de 100.000 GWh durante os anos de análise (gráfico 17). Verifica-se também que o “não dispêndio” de eletricidade deste setor após variações nas importações é ligeiramente maior que o gasto de energia elétrica devido a uma mudança nas exportações.

Com relação a previsão setorial do “não consumo de eletricidade” após uma variação neste setor, observa-se que, no ano de 2009 num cenário moderado, o próprio setor Outras Indústrias consumiria aproximadamente 45% desta energia, ou seja, aproximadamente 46.000 GWh e o setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras Metalurgias dependeria 33,5% do total de energia consumida, isto é, cerca de 35.000 GWh (tabela 19).

Gráfico 17 – Previsão Agregada do consumo de Energia Elétrica (em GWh) após variação nas importações do setor Outras Indústrias



Fonte: elaboração própria do autor

Tabela 19 – Dispendio de Energia Elétrica desagregado (em GWh) após variação nas importações do setor Outras Indústrias

Setores	2009			2014		
	Pessimista	Moderado	Otimista	Pessimista	Moderado	Otimista
AGRICU	174,6	317,4	577,0	88,0	317,4	1.144,5
MINPEL	776,5	1.411,5	2.565,9	391,5	1.411,5	5.089,7
ALIBEB	380,6	691,9	1.257,7	191,9	691,9	2.494,8
TEXVES	183,8	334,1	607,4	92,7	334,1	1.204,8
PAPCEL	2.751,2	5.001,2	9.091,5	1.387,0	5.001,2	18.033,7
QUIMIC	3.705,8	6.736,5	12.245,9	1.868,2	6.736,5	24.290,7
MNMET	1.663,9	3.024,7	5.498,4	838,8	3.024,7	10.906,4
FERAÇO	18.855,3	34.276,0	62.308,6	9.505,7	34.276,0	123.593,6
OUTIND	25.747,7	46.805,5	85.085,2	12.980,5	46.805,5	168.772,8
COMSER	1.458,8	2.651,8	4.820,6	735,4	2.651,8	9.561,9
TRANSP	74,6	135,7	246,6	37,6	135,7	489,2
SERPUB	433,3	787,8	1.432,0	218,5	787,8	2.840,5
TOTAL	56.206,0	102.174,0	185.736,9	28.335,7	102.174,0	368.422,8

Fonte: elaboração própria do autor

Assim, após analisar todos os setores observou-se uma gama de resultados para o planejamento no setor elétrico, tanto com relação aos agregados macroeconômicos, quanto, de uma forma mais desagregada, para os setores em si. Deste modo, o capítulo 4 fica reservado às possíveis conclusões relacionadas aos temas tratados neste trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se nesta dissertação que o setor elétrico brasileiro está desde a década de 1980 com investimentos insuficientes, planejamento inadequado e marco regulatório instável. Dentro desse contexto, verificaram-se as tentativas de correção do setor, a crise ocorrida em 2001, principalmente, devido às falhas na reforma e problemas hídricos, e os diferentes modelos elaborados pelo Governo Federal tendo em vista as características singulares do segmento, tais como; (i) economias de escala e rede; (ii) elevada intensidade de capital; (iii) elevado período de maturação dos investimentos; e (iv) sistema hídrico de geração de energia elétrica.

Ainda, destacou-se o equilíbrio físico como atributo técnico fundamental do setor, pois o sistema requer coordenação dado que suas partes operam com forte interdependência. Evidenciou-se que o responsável por esse atributo seria o Sistema Interligado Nacional (SIN) considerado único no âmbito mundial, isto é, além de coordenar as diferentes usinas de geração de energia elétrica, o sistema permite que regiões distantes consumam eletricidade de uma mesma usina, fato este, que permite contrastar o consumo e a oferta no país como um todo.

Quanto às variações no consumo das famílias, concluiu-se que, apesar desse componente representar 48% o PIB, quando se analisa os setores selecionados foi observado que o consumo de eletricidade não representaria uma fatia significativa

do consumo real desses setores. Em outras palavras, pode-se concluir que dada uma previsão dos agregados macroeconômicos em que o consumo das famílias irá crescer mais que os demais componentes, estes setores irão pressionar pouco o consumo de energia elétrica.

Com relação às alterações nas exportações, a análise foi diferente, isto porque, apesar deste componente representar uma fatia menor do PIB, quando se analisou os setores observou-se maior pressão no consumo de energia elétrica. Por exemplo, num cenário moderado, observou-se que o consumo de energia elétrica será 97% maior se comparado com o consumo total de 2006, destaque para o setor Agropecuário e Outras Indústrias. Este resultado pode ser creditado a dois pontos fundamentais, primeiro, são importantes segmentos exportadores, e segundo, nos últimos anos, a exportação nesses setores aumenta de forma acelerada.

Quanto ao componente importação, observou-se o “não dispêndio” de energia elétrica para o país, ou seja, ao comprar um produto de um determinado setor e país o que aconteceria se o mesmo produto fosse produzido no Brasil. Conforme se evidenciou, a economia de energia elétrica nos dois setores analisados seria de aproximadamente 100.000 GWh em 2009, o que representaria cerca de 25% do total de energia elétrica consumida no país. Em outras palavras, observou-se que o setor de importados além de poder ajudar no controle da inflação, pode também suavizar pressões no setor elétrico.

Ainda, é importante destacar o caráter inédito deste trabalho no Brasil, uma vez que é o primeiro trabalho a tratar o método econometria com insumo-produto, onde os componentes econométricos foram estimados de forma setorial, e os mesmos são impactados na matriz de insumo-produto 2005 do Brasil, gerando resultados também setoriais em GWh em três diferentes cenários para os anos de 2009 a 2014.

Este trabalho possibilitou uma nova maneira de ver e analisar o setor elétrico no país, já que além de mostrar a forte ligação do setor com os componentes da demanda final (PIB), propiciou um novo artifício para analisar o consumo deste insumo, pois, os componentes da demanda final, na maioria das vezes, não se desenvolvem de maneira homogênea nos países, principalmente países em

desenvolvimento. Assim, estimar e analisar cada componente torna-se um exercício útil para as previsões de médio e longo prazo no setor de energia elétrica.

Cumprido ressaltar que a metodologia empregada nessa dissertação pode ser utilizada para estimar o consumo de outros produtos energéticos (e.g. gasolina), no entanto, o tema eletricidade foi o escolhido, principalmente, por ser um dos setores que mais requerem sincronia entre as pressões do consumo e as condições de oferta, sobretudo no Brasil, onde o sistema é eminentemente hidrelétrico.

Por último, é válido lembrar algumas limitações com relação ao método utilizado neste trabalho. Quanto ao módulo IP as limitações que permanecem são, (a) os coeficientes fixos de insumo-produto; e, (b) retornos constantes de escala. Quando se analisa o módulo EC+IP surge uma limitação com relação ao erro, pois no modelo IP os coeficientes são parâmetros fixos sem incerteza associada, já os modelos EC lidam bem com a incerteza, no entanto, ao tratá-los conjuntamente surgem limitações com relação ao erro. É importante salientar que ambas as limitações não invalidam o método.

Embora existam diferentes pontos positivos e inovadores neste trabalho, há uma gama de possibilidades para trabalhos futuros. Em primeiro lugar, a escolha dos três componentes da demanda final (consumo das famílias, exportações e importações) poderia ser estendida para os demais componentes (formação bruta de capital fixo – investimentos e gastos do governo). Em segundo lugar, a atualização dos componentes da demanda final poderia ter sido para o ano de 2005 (ano da matriz), ou para 2007 (último ano com inflação fechada).

Em terceiro lugar, quanto aos modelos de séries de tempo utilizados no módulo econométrico (Box & Jenkins e Amortecimentos Exponencial), isto é, trabalhos futuros podem utilizar diferentes modelos econométricos na tentativa de “apurar” melhores resultados. Outra agenda de pesquisa interessante seria estimar todos os setores e implementar todas as projeções, não tendo como critério estimar os setores com os “melhores ajustes”.

Um quinto ponto seria o método de ligação (*linking*), conforme se observou existem pelo menos outras duas possibilidades para unir o modelo econométrico com a matriz de IP (*embedding* e *coupling*). Ainda, outra possibilidade seria aumentar a desagregação da Matriz de IP para observar o consumo de energia elétrica de forma mais desagregada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T., LOBÃO, W. **Elasticidade-renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 1997 (Texto para Discussão, 489).

ANSELIN L, REY S, DEICHMANN U. **The implementation of integrated models in a multiregional system**. In: Anselin L, Madden M (eds) *New directions in regional analysis: Integrated and multi-regional approaches*, pp 146–170. Belhaven, London. 1990

AGUIAR, A. C., CHAGAS, M., MENDONÇA, R. **O papel das tarifas de energia elétrica na queda da desigualdade de renda no Brasil**. XXXV Encontro Nacional de Economia. Recife, PE. Dez. 2007.

ALVEAL, C. A. **Descentralização regulatória das indústrias de energia no Brasil: reformas estruturais do Estado e dilema federativo**; in: BORENSTEIN, C. R., SANTANA, E. A., CAMARGO, C. C. de B., et alii (orgs.), *Regulação e gestão competitiva no setor elétrico brasileiro*. Porto Alegre: Ed. Saga-Luzzatto, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 10 de mar. de 2008.

AZZONI, C.R., KADOTA, D.K. **An econometric Input-Output Model for São Paulo States**. em GUILHOTO, J.J.M., HEWINGS, G.J.D. (eds) 2000. *Structure and Structural Change in the Brazilian Economy*. Ashgate. No Prelo.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Taxa de Câmbio**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 14 de abr. de 2008.

BARDELIN, C. E. A. **Os Efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de Energia Elétrica.** Dissertação Apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a Obtenção do Título de Mestre em Engenharia. São Paulo: 2004.

BENJAMIN, C e RIBEIRO, R. T. **Descaminhos do setor elétrico, ou o hospício Brasil.** Disponível em: <http://www.lppuerj.net/> Acesso em: 14 de abr 2008.

BEAUMONT P. M **Supply and demand interaction: Integrated econometric and input-output models.** International Regional Science Review 13: 167–181. 1990.

BRAMBILLA, P. H. M., MUELLER, B. M. P. **Impacto da energia Elétrica no Crescimento Econômico.** UNOPAR. Londrina. Vol. 5. p. 33-45. Mar. 2004.

BHATTACHARYYA, S. C. **Applied general equilibrium models for energy studies: a survey.** Energy Economics. 18, 145–164, 1996).

BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. **Time Series Analysis, Forecasting and Control,** San Francisco , Holden-Day, 1994.

CAIO, L. S.; BERMANN, C. . **Análise das metodologias de previsão de mercado de energia elétrica face ao novo perfil de planejamento no ambiente pós-privatização.** In: III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 1998, São Paulo. Anais III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 1998.

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **O Setor Elétrico Brasileiro.** Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/>. Acesso em: 20 de mar. de 2008.

CAMARGO, L. G. B. C. **O Setor Elétrico Brasileiro e sua normatização contemporânea.** UNISANTOS – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas. Dissertação. Santos, SP. 2005.

CANUTO, O. **A Crise Asiática e seus desdobramentos.** Revista Econômica. nº 4, p. 25-60. Dezembro, 2000.

CASIMIRO FILHO, F. **Contribuições do Turismo a Economia Brasileira.** Tese de doutorado. Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP. 2002.

CHAGAS, M. C. S. **O perfil de consumo residencial de energia elétrica por classe de renda e uso-final no Brasil no período pós-acionamento.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2008.

CIMA, F. M. **Utilização de Indicadores Energéticos no Planejamento Energético Integrado** [Rio de Janeiro] 2006 Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

CHIARI, J. R. P., DUARTE FILHO, F. C. Características Estruturais da Economia Mineira. X Seminário sobre Economia Mineira. Diamantina, MG. 2002.

CONWAY, R.S. **The Washington Projection and Simulation Model: A regional interindustry econometric model**. International Regional Science Review 13, 141-165, 1990.

DELGADO, M. A. P. **A Expansão da Oferta de Energia Elétrica pela Racionalidade do Mercado Competitivo e a Promessa da Modicidade Tarifária** [Rio de Janeiro] 2003 VIII, 293 p. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

DIAS, E. D. M. **Previsão de Médio Prazo do Consumo de Energia Elétrica no Brasil: Estimativa via Metodologia Box & Jenkins e Regressão Dinâmica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. 2008.

DOURADO, R. A. **Formulação de um modelo de projeção de demanda de energia elétrica aplicado a sistemas isolados em desenvolvimento natural: o caso da CERON**. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.

ENDERS, W.. Applied Econometric Time Series. IE-Wiley, 2003.

ELETRORÁS (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS). Disponível em: <http://www.eletrabras.gov.br/>. Acesso em: 10 de mar. de 2008.

FARIA, J. C. **Administração: Teoria e Aplicações**. Thomson, Rio de Janeiro. 2000.

FERNANDES, E., FONSECA, M.V., ALONSO, P.S. **Natural gas in Brazil's energy matrix: demand for 1995–2010 and usage factors**. Energy Policy, Volume 33, Issue 3, pp. 365-386. 2005

GRENE, W. H. **Econometric Analysis**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003.

GUILHOTO, J.J.M. **Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos**. 2004. Apostila FEA/USP. São Paulo, SP. 2004.

GUILHOTO, J.J.M. e M.A.R. FONSECA. **The Northeast and the Rest of Brazil Economies in a Mercosur Context, 1992-2014: An Econometric Inter-regional**

Input-Output Approach. *Studies in Regional Science*. Vol. 29, N. 1, pp. 171-185. Dez. 1998.

GOLDEMBERG, J., PRADO, L. T. S. **Reforma e crise do setor elétrico no período FHC.** Tempo Social 15 (2). USP. São Paulo, SP. 2003

GOODRICH, R. L., STELLWAGEN, E. A. **Forecast Pro for Windows.** Business Forecast Systems, 1999.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** 4 ed. São Paulo: Makron Books, 2006

HARRIS, C.C. **From general spatial equilibrium theory to multiregional operational models.** In: Harrigan F, McGregor P (eds) Recent advances in regional economic modeling, pp 133–177. Pion, London. 1988.

HAWDON, D.; PEARSON, P. **Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK.** Energy Economics, v.17, n. 1, p. 73-86, 1995.

HIRSCHMAN, A. O. **The strategy of economic development.** USA, Yale University, cap.6, 1958.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Programa Energia Transparente.** Disponível em: < [http:// www.acendebrasil.com.br](http://www.acendebrasil.com.br) / Acesso em: 10 out 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Matriz de Insumo-produto (2005).** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 10 out 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contas Nacionais.** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 15 mar 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatísticas do século XXI.** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 10 jan 2008.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). **World Economic Outlook - Housing and the Business Cycle.** April, 2008. Disponível em: <http://www.imf.org>
ISARD. W, BRAMHALL. DF, CARROTHERS. GA, CUMBERLAND. JH, MOSES. LN, PRICE. DO, SCHOOLER. EW. **Methods of regional analysis.** M.I.T. Press, Cambridge, MA. 1960

ISARD W, AZIS I. J, DRENNAN M. P, MILLER R. E, SALTZMAN S, THORBECKE E. **Methods of interregional and regional analysis.** Ashgate, Brookfield. 1998.

KEY WORD ENERGY STATISTICS (2007). **International Energy Agency**. Disponível em <http://www.eia.doe.gov>. Acesso em 20 de Março de 2008.

KORT, J.R., J.V. CARTWRIGHT, AND R.M. BEEMILLER. 1986. **Linking regional economic models for policy analysis, in Regional econometric modeling**, edited by M.R. Perryman and M.R. Schmidt. Boston: Kluwer, 93-124

KÜNNEKE, R. W. **Electricity networks: how 'natural' is the monopoly**. Utilities Policy, v.8, p. 99 – 108. 1999.

MARRECO, J. M. **Planejamento de Longo Prazo da Expansão da Oferta de Energia Elétrica no Brasil sob uma Perspectiva da Teoria das Opções Reais**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COOPE. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

MATTOS, R. S.; PEROBELLI, F. S. HADDAD, E, FARIA, W. R. **Integração de Modelos Econométricos e de Insumo Produto Para Previsões de Longo Prazo na Demanda de Energia no Brasil**. Estudos Econômicos. 2008.

MATTOS, L. B., LIMA, J. E. **Demanda residencial de energia elétrica em Minas Gerais: 1970-2002**. Nova Economia. Belo Horizonte. 2005

MILLER, R. E e BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. New Jersey, Prentice Hall, 1985.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME). **Matriz Energética Nacional 2023**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 20 de mar. de 2008.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME). **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2007**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 20 de mar. de 2008.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Brasília, 2008. Disponível em: < <http://www.desenvolvimento.gov.br/> > Acesso em: 10 abr. 2008.

MODIANO, E.M., **Elasticidade-renda e preço da demanda de energia elétrica no Brasil**, Texto para discussão nº 68, Departamento de economia - PUC/RJ. 1984.

MONTGOMERY, D.C., JOHNSON, L.A. **Forecasting and Time Series Analysis**. New York. McGrawhill Book co, 1990.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Submódulo 1.1: Introdução Geral.** (Data de vigência 25/03/2002) Disponível em: <http://www.ons.org.br>. Mar. 2008.

PÊGO, B., CAMPOS NETO, C. A. S. **O PAC e o Setor Elétrico: Desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010).** Texto para Discussão nº 1329. IPEA. Brasília. Fev, 2008.

PINDYCK, R. S., RUBINFELD, D. L. **Econometria: Modelos & Previsões.** Editora Campus. 2º tiragem. Rio de Janeiro, RJ. 2004

PIRES, J. C. L. **Desafios da Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro.** Texto para Discussão nº 76. BNDES. Rio de Janeiro, RJ. Mar., 2000.

PIRES, J. C. L. GOSTKORZEWICZ, J. GIAMBIAGI, F. **O Cenário macroeconômico e as condições de Oferta de Energia Elétrica no Brasil.** Texto para Discussão nº 85. BNDES. Rio de Janeiro, RJ. Mar., 2001.

PIRES, J. C. L. GIAMBIAGI, F. SALES, A. F. **As perspectivas do setor elétrico após o Racionamento.** Texto para Discussão nº 97. BNDES. Rio de Janeiro, RJ. Out., 2002.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO (PAC). **Balanço PAC – 1º ano.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/pac/>. Jun. 2008.

RASMUSSEN. **Studies in intersectorial relations.** Holanda, North Holland, cap.8, 1956.

REY, S.J., DEV, B. (1997). **Integrating Econometric and Input-Output Models in a Multiregional Context.** *Growth and Change*. 28(2): 222-243.

REY, S.J. (1998). **The Performance of Alternative Integration Strategies for Combining Regional Econometric and Input-Output Models.** *Inter-regional Regional Science Review*, 21(1): 1-36.

REY, S.J. (1999). **Integrated Regional Econometric and Input-Output Modeling.** Discussion Paper. San Diego University. 1999.

REY, S.J. (2000). **Integrated Regional Econometric + Input-Output Modeling: Issues and Opportunities.** Regional Science. 2000.

REY, S. J., WEST, G. R. e JANIKAS, M. V. **Uncertainty in integrated regional models.** *Economic Systems Research*, 16, 3, 259-277. 2004.

SCARAMUCCI, J. A.; PERIN, C.; PULINO, P.; BORDONI, O. F. J. G.; CUNHA, M. P.; CORTEZ, L. A. B. **Geração distribuída de eletricidade a partir de resíduos de cana-de-açúcar: um modelo computável de equilíbrio geral**. In: Agrener 2002, 2002, Campinas, 2002

SCHMIDT, C. A. J. LIMA, M. A. **Estimações e Previsões da Demanda por Energia Elétrica no Brasil**. SEAE/MF. Trabalho nº 16. Brasília, DF. Jul., 2002.

SIQUEIRA, M. L., JÚNIOR, H. H. C., CASTELAR, I. **A Demanda por Energia Elétrica no Nordeste Brasileiro após o Racionamento de 2001-2002: Previsões de Longo Prazo**. Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE). 2006

SCHAEFFER, R., COHEN, C., ALMEIDA, M., ACHÃO, C., CIMA, F. **Energia e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil**. Chile. 2003

ULLER, V. C. **A crise da Califórnia e os novos rumos da reforma do setor elétrico americano**. Monografia de Bacharelado. Instituto de Economia. UFJF. Rio de Janeiro, RJ. 2005.

VALADKHANI, A. **History of macroeconometric modeling: lessons from past experience**. Journal of Policy Modeling. December. 2003.

VIEIRA, W da C. **Uma análise dos efeitos econômicos de estratégias de promoção de exportações**. Análise Econômica. Ano 14, março/setembro, p 52-62. Rio Grande do Sul. 1996.

ZANINI, A. **Redes Neurais e Regressão Dinâmica: Um Modelo Híbrido para Previsão de curto prazo da demanda de gasolina automotiva no Brasil**. Dissertação de Mestrado. PUC-RJ, 2000.

WEST, G. R. **The Queensland impact and projection model: An overview**. Australian Economic Papers 30:22 1-40. 1994.

ANEXOS

Anexo 1: Consumo das Famílias por setores, a preços constantes de 2003

Tabela 1A– Consumo das Famílias por setores (em 1.000 R\$)

Especificação	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
AGRICU	399.644	396.558	443.312	467.423	485.600	522.730	571.470	525.684	540.115	532.063
MINPEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MNMET	29.630	29.401	32.868	34.655	36.003	38.756	42.369	38.975	40.045	39.448
FERAÇO	46.947	46.585	52.077	54.909	57.045	61.406	67.132	61.753	63.449	62.503
PAPCEL	84.722	84.068	93.979	99.090	102.944	110.815	121.148	111.441	114.501	112.794
QUIMIC	242.268	240.398	268.741	283.357	294.376	316.885	346.431	318.675	327.423	322.542
ALIBEB	1.398.464	1.387.665	1.551.272	1.635.641	1.699.248	1.829.177	1.999.732	1.839.514	1.890.011	1.861.836
TEXVES	527.640	523.565	585.294	617.126	641.125	690.148	754.498	694.047	713.100	702.470
OUTIND	845.266	838.739	937.627	988.622	1.027.068	1.105.600	1.208.687	1.111.848	1.142.370	1.125.340
COMSER	1.758.861	1.745.279	1.951.048	2.057.160	2.137.159	2.300.572	2.515.080	2.313.573	2.377.084	2.341.647
TRANSP	191.053	189.578	211.929	223.455	232.145	249.896	273.196	251.308	258.206	254.357
SERPUB	11.601	11.511	12.869	13.569	14.096	15.174	16.589	15.260	15.679	15.445
SOMATÓRIO	5.536.096	5.493.347	6.141.016	6.475.007	6.726.810	7.241.160	7.916.333	7.282.078	7.481.983	7.370.445

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008)

Tabela 2A– Consumo das Famílias por setores (em 1.000 R\$)

Especificação	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
AGRICU	546.572	561.238	626.933	595.856	554.959	547.396	542.352	486.893	493.652	562.302
MINPEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MNMET	40.523	41.611	46.482	44.177	41.145	40.585	40.211	39.175	36.824	35.406
FERAÇO	64.207	65.930	73.647	69.997	65.192	64.304	63.711	58.984	56.624	61.880
PAPCEL	115.869	118.979	132.905	126.317	117.648	116.044	114.975	106.027	105.004	111.135
QUIMIC	331.337	340.228	380.053	361.214	336.422	331.837	328.779	284.072	266.791	364.613
ALIBEB	1.912.604	1.963.925	2.193.810	2.085.063	1.941.955	1.915.489	1.897.838	1.843.010	1.820.137	2.003.261
TEXVES	721.624	740.988	827.723	786.693	732.699	722.713	716.053	558.131	508.771	550.469
OUTIND	1.156.025	1.187.045	1.325.993	1.260.264	1.173.766	1.157.769	1.147.100	1.065.851	1.019.070	1.494.322
COMSER	2.405.499	2.470.045	2.759.174	2.622.403	2.442.414	2.409.128	2.386.928	3.246.491	3.285.125	3.047.483
TRANSP	261.293	268.304	299.710	284.854	265.303	261.687	259.276	261.623	285.288	328.338
SERPUB	15.866	16.292	18.199	17.297	16.110	15.890	15.744	8.497	13.198	14
SOMATÓRIO	7.571.420	7.774.584	8.684.629	8.254.136	7.687.614	7.582.842	7.512.967	7.958.752	7.890.483	8.559.223

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008)

Tabela 3A– Consumo das Famílias por setores (em 1.000 R\$)

Especificação	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
AGRICU	667.863	706.232	601.492	553.985	595.355	558.770	537.596	524.372	559.121	545.845
MINPEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MNMET	37.177	39.254	33.433	35.047	33.150	26.878	25.839	23.376	20.944	18.130
FERAÇO	63.562	68.328	58.195	60.006	57.588	51.316	54.152	56.885	55.597	49.208
PAPCEL	112.685	117.041	99.683	100.439	99.266	88.201	98.182	123.185	121.826	111.338
QUIMIC	418.485	422.330	359.695	395.399	429.303	413.540	434.062	436.608	436.551	393.476
ALIBEB	2.331.513	2.392.731	2.037.869	2.036.804	2.053.510	1.899.037	1.895.154	1.922.640	1.910.100	1.788.959
TEXVES	565.346	585.211	498.419	458.231	412.950	384.151	433.730	416.488	387.462	321.004
OUTIND	1.696.000	1.807.312	1.539.272	1.603.134	1.538.576	1.437.462	1.662.738	1.737.175	1.710.171	1.575.054
COMSER	3.007.046	4.825.614	4.109.934	4.348.092	4.323.072	4.079.174	4.026.272	3.796.533	3.500.463	3.295.863
TRANSP	331.049	336.552	286.638	320.951	360.949	313.206	327.939	347.525	359.233	326.626
SERPUB	129	152	129	137	199	221	176	170	129	166
SOMATÓRIO	9.230.857	11.300.758	9.624.758	9.912.225	9.903.918	9.251.955	9.495.839	9.384.958	9.061.598	8.425.668

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008)

Anexo 2: Exportações por Setores em R\$ (milhões) (2003)

Tabela 4A – Exportações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
AGRICU	11.217,9	10.430,8	12.742,3	14.564,4	11.266,3	11.980,5	17.502,9	14.665,8	13.044,7	14.512,3	16.849,2	16.858,1
MINPEL	2.109,7	3.292,7	3.744,8	3.292,0	3.371,8	4.123,1	5.236,6	6.488,4	6.768,1	5.106,9	5.419,9	5.471,8
MNMET	94,8	114,6	118,9	140,8	205,1	271,3	442,4	477,8	296,6	279,4	400,3	444,1
FERAÇO	625,5	728,9	844,1	1.048,3	1.747,6	2.825,9	3.393,2	3.973,2	3.711,2	6.199,5	8.457,7	8.382,0
PAPCEL	244,2	219,7	209,1	233,9	455,0	938,9	1.563,6	1.755,6	1.385,9	1.524,4	2.176,1	1.618,0
QUIMIC	763,5	804,7	483,8	635,0	1.138,8	1.753,6	2.879,7	5.444,1	5.762,3	6.609,3	9.807,6	8.750,0
ALIBEB	273,0	371,2	455,0	883,3	588,7	801,5	974,6	1.453,5	847,6	815,0	944,1	975,5
TEXVES	2.083,4	2.126,8	2.064,9	2.493,1	3.090,8	3.898,8	4.056,6	4.711,7	4.014,7	5.462,5	6.965,2	6.034,5
OUTIND	2.733,8	3.370,3	3.482,8	4.850,6	6.763,8	8.761,8	12.214,1	14.931,6	11.853,1	11.062,3	12.691,1	14.290,8
SOMATÓRIO	20.145,8	21.459,7	24.145,8	28.141,4	28.627,7	35.355,4	48.263,6	53.901,8	47.684,2	51.571,6	63.711,1	62.824,7

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

Tabela 5A – Exportações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
AGRICU	13.668,2	14.248,5	15.572,7	14.026,2	12.302,8	12.209,5	14.063,0	16.036,7	21.664,5	22.257,5	21.900,1	29.501,6
MINPEL	5.292,2	5.322,0	6.511,6	7.578,3	8.236,8	8.866,9	7.909,1	7.913,3	8.003,0	8.992,7	9.369,2	9.927,9
MNMET	502,0	569,1	743,9	825,1	695,2	743,9	923,9	1.241,6	1.262,0	1.385,0	1.369,7	1.459,6
FERAÇO	8.060,8	8.926,0	17.021,4	18.153,8	15.521,2	17.433,5	18.007,5	18.286,8	18.819,9	20.728,5	20.474,2	19.660,3
PAPCEL	1.996,1	2.259,6	3.852,3	3.765,0	3.550,5	3.640,3	4.256,9	4.498,0	5.258,9	7.867,6	5.635,6	5.819,6
QUIMIC	5.267,5	6.518,0	8.425,4	8.300,4	7.463,5	6.767,1	7.469,6	8.352,3	9.322,3	9.684,3	10.318,2	10.798,3
ALIBEB	919,0	1.098,1	1.150,8	1.047,2	1.131,3	1.259,1	1.468,2	1.672,4	1.769,2	1.779,8	1.755,6	1.733,2
TEXVES	5.814,7	7.321,9	8.367,3	8.228,1	7.579,8	8.155,0	9.356,0	10.540,5	9.905,9	9.926,1	10.229,2	10.220,5
OUTIND	14.065,4	18.822,6	21.765,9	23.305,2	20.267,1	20.738,5	26.538,9	29.792,0	33.190,9	33.153,2	35.158,8	42.964,1
SOMATÓRIO	55.586,0	65.086,0	83.411,3	85.229,4	76.748,1	79.813,8	89.993,2	98.333,6	109.196,6	115.774,7	116.210,6	132.085,2

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

Tabela 6A – Exportações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AGRICU	27.763,2	26.455,4	24.276,1	31.830,0	32.344,7	40.655,8	54.117,5	64.943,7	76.640,5	92.440,2
MINPEL	11.139,3	9.664,4	11.259,1	12.512,7	15.826,2	18.709,6	25.105,8	38.353,8	52.105,0	64.763,4
MNMET	1.430,2	1.520,1	1.775,5	1.671,3	1.733,5	2.149,9	2.716,1	3.048,5	3.368,7	3.606,9
FERAÇO	17.509,0	16.302,5	18.887,3	16.289,6	19.006,3	23.568,8	32.391,6	39.655,0	46.558,9	51.389,3
PAPCEL	5.796,3	6.266,6	7.410,5	6.389,6	6.010,3	8.274,5	8.530,0	9.987,3	11.740,6	13.809,9
QUIMIC	10.099,9	9.633,9	12.367,6	13.012,7	13.702,2	17.590,8	22.002,6	29.617,9	38.217,6	44.186,1
ALIBEB	1.510,6	1.849,0	2.715,6	2.891,2	2.597,2	3.251,8	3.712,9	4.151,8	4.587,0	5.426,2
TEXVES	9.015,3	8.476,4	10.326,8	11.185,1	10.610,5	12.461,8	15.257,7	16.155,4	17.218,9	19.035,1
OUTIND	44.540,1	42.187,7	54.543,7	55.209,9	53.684,6	61.693,6	87.636,4	107.192,4	117.054,4	130.742,2
SOMATÓRIO	128.803,7	122.355,9	143.562,2	150.992,1	155.515,4	188.356,6	251.470,7	313.105,8	367.491,7	425.399,3

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

Anexo 3: Importações por Setores em R\$ (milhões) (2003)

Tabela 7A – Importações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
AGRICU	1.186,8	870,3	1.023,8	1.116,9	1.936,2	3.211,5	2.699,1	2.536,4	1.971,4	1.008,6	1.193,8	1.121,5
MINPEL	7.982,2	8.680,9	10.652,5	11.520,9	12.906,4	19.712,4	28.583,1	31.946,1	28.897,1	24.186,2	21.299,6	17.704,8
MNMET	250,6	230,7	211,4	246,5	287,7	356,3	356,0	499,1	272,7	161,0	129,3	143,7
FERAÇO	6.407,4	5.080,9	3.257,0	3.450,5	3.026,0	3.749,8	4.646,6	4.044,7	2.819,2	1.328,8	1.325,4	1.339,5
PAPCEL	837,8	566,2	557,3	545,2	578,6	699,6	705,0	613,4	565,9	479,2	388,8	339,3
QUIMIC	4.356,3	3.180,7	4.070,0	3.676,3	3.911,3	5.198,7	7.032,1	4.833,2	4.846,2	3.782,3	3.266,8	3.753,2
ALIBEB	328,3	392,0	352,8	364,6	452,7	552,4	478,9	475,8	407,5	295,8	267,3	285,1
TEXVES	353,7	294,3	264,7	268,1	287,7	291,2	277,3	300,7	358,3	394,6	552,7	423,1
OUTIND	10.824,2	13.110,0	12.175,5	10.784,7	12.409,6	13.538,9	15.511,4	13.836,4	11.723,0	9.118,4	7.736,3	9.131,3
SOMATÓRIO	32.527,3	32.406,0	32.565,0	31.973,8	35.796,4	47.310,6	60.289,6	59.085,8	51.861,3	40.754,9	36.159,8	34.241,5

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

Tabela 8A – Importações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
AGRICU	3.537,8	2.072,7	1.524,4	2.929,5	2.990,0	2.823,6	2.501,6	2.613,3	4.663,9	6.439,1	8.619,6	6.502,5
MINPEL	10.323,1	13.605,7	11.961,5	12.848,0	15.406,0	12.762,4	11.638,9	8.814,5	9.542,0	11.008,8	13.426,0	12.531,5
MNMET	222,0	289,7	257,8	401,5	441,5	435,2	466,0	555,0	750,2	1.232,6	1.549,4	1.736,9
FERAÇO	1.893,9	2.259,9	2.103,6	3.219,0	2.875,7	3.002,1	2.973,0	3.236,8	4.036,0	6.894,7	6.891,0	9.147,5
PAPCEL	551,2	772,4	771,6	1.081,4	1.056,1	1.207,6	877,5	1.116,3	1.476,0	3.799,0	3.814,6	4.017,9
QUIMIC	5.085,2	5.368,3	5.856,2	6.698,9	7.683,8	9.257,2	9.333,8	14.473,2	15.468,8	21.822,0	23.848,1	24.734,9
ALIBEB	603,4	577,2	490,8	968,0	1.090,4	1.181,7	958,2	1.171,9	1.701,2	3.714,0	4.060,2	3.887,1
TEXVES	930,2	958,5	1.114,0	2.088,9	1.784,2	2.033,9	1.786,8	3.642,9	4.222,1	6.875,4	6.892,7	6.994,7
OUTIND	13.644,3	14.433,7	15.238,7	18.790,0	22.194,7	22.833,2	23.317,6	30.170,0	44.861,8	71.566,0	74.600,1	90.478,1
SOMATÓRIO	36.791,1	40.338,1	39.318,3	49.025,1	55.522,4	55.536,8	53.853,4	65.793,9	86.722,0	133.351,8	143.701,7	160.030,9

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

Tabela9A – Importações por setores em R\$ (milhões) (2003)

Especificação	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AGRICU	6.978,2	4.561,9	5.068,8	4.373,9	4.389,4	5.083,8	4.930,8	6.135,0	7.030,1	9.342,1
MINPEL	8.924,3	9.218,3	12.390,3	12.267,4	12.507,0	14.492,7	24.948,9	28.958,4	35.554,2	44.762,7
MNMET	1.490,7	1.144,5	1.310,1	1.549,7	962,8	1.110,5	1.366,0	1.571,6	1.725,1	2.336,0
FERAÇO	9.408,7	6.973,6	8.188,7	8.685,5	7.453,2	8.521,1	11.934,4	14.005,4	19.520,1	26.613,5
PAPCEL	4.007,2	2.912,5	3.332,7	2.723,6	2.029,2	1.829,4	2.364,8	2.760,2	3.606,9	4.288,9
QUIMIC	22.807,6	22.447,0	29.536,4	27.829,2	23.620,3	23.674,8	30.153,0	35.314,8	44.979,8	58.739,6
ALIBEB	3.761,3	2.623,1	2.594,0	2.502,4	2.261,4	2.223,4	2.689,9	3.026,9	3.923,1	4.720,9
TEXVES	5.555,2	3.924,9	4.139,1	3.343,4	2.760,2	2.880,3	3.726,7	4.305,9	6.042,8	8.621,9
OUTIND	90.144,6	77.171,6	82.378,4	85.167,6	68.534,8	65.300,0	81.233,6	99.661,2	122.508,3	159.012,9
SOMATÓRIO	153.077,8	130.977,5	148.938,6	148.442,7	124.518,2	125.115,8	163.348,1	195.739,5	244.890,4	318.438,4

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2008.

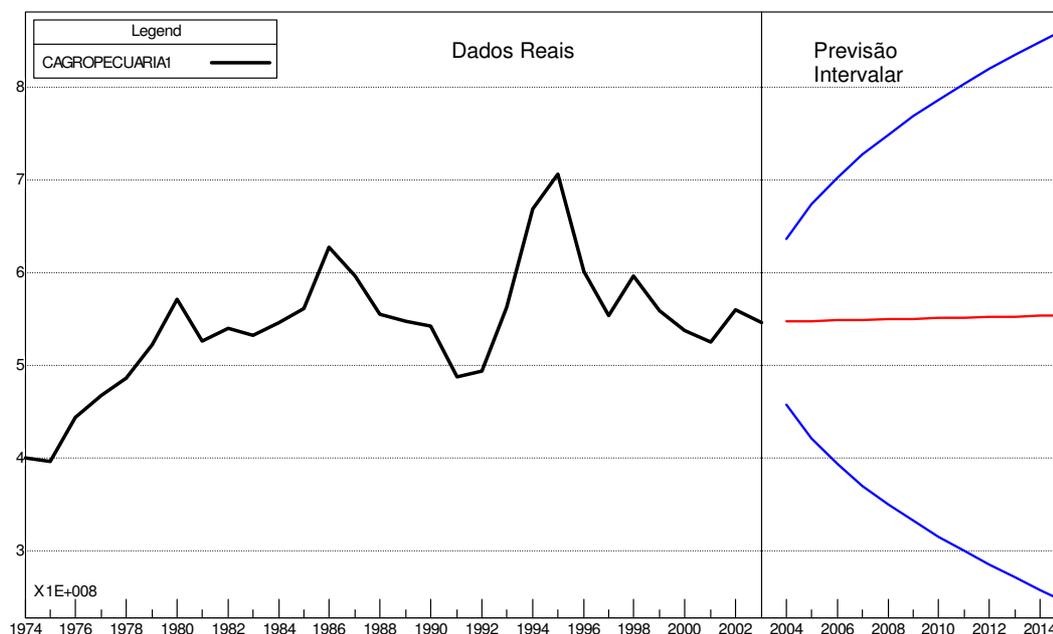
Anexo 4: Compatibilização dos Setores do BEN e da Matriz de Insumo-Produto

<p>1. Agropecuária</p> <p>1 Agricultura, silvicultura, exploração florestal</p> <p>2 Pecuária e pesca</p> <p>2. Mineração e Pelotização</p> <p>3 Petróleo e gás natural</p> <p>4 Minério de ferro</p> <p>5 Outros da indústria extrativa</p> <p>3. Minerais não metálicos</p> <p>6 Outros produtos de minerais não-metálicos</p> <p>4. Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras metalurgias</p> <p>7 Fabricação de aço e derivados</p> <p>8 Metalurgia de metais não-ferrosos</p> <p>9 Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos</p> <p>5. Papel e Celulose</p> <p>10 Produtos de madeira - exclusive móveis</p> <p>11 Celulose e produtos de papel</p> <p>12 Jornais, revistas, discos</p> <p>13 Artigos de borracha e plástico</p> <p>6. Química</p> <p>14 Refino de petróleo e coque</p> <p>15 Álcool</p> <p>16 Produtos químicos</p> <p>17 Fabricação de resina e elastômeros</p> <p>18 Produtos farmacêuticos</p> <p>19 Defensivos agrícolas</p> <p>20 Perfumaria, higiene e limpeza</p> <p>21 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas</p> <p>22 Produtos e preparados químicos diversos</p> <p>7. Alimentos e Bebida</p> <p>23 Alimentos e bebidas</p> <p>24 Produtos do fumo</p> <p>8. Têxtil e Vestuário</p> <p>25 Têxteis</p> <p>26 Artigos do vestuário e acessórios</p> <p>27 Artefatos de couro e calçados</p>	<p>9. Outras Indústrias</p> <p>28 Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos</p> <p>29 Eletrodomésticos</p> <p>30 Máquinas para escritório e equipamentos de informática</p> <p>31 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos</p> <p>32 Material eletrônico e equipamentos de comunicações</p> <p>33 Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico</p> <p>34 Automóveis, camionetas e utilitários</p> <p>35 Caminhões e ônibus</p> <p>36 Peças e acessórios para veículos automotores</p> <p>37 Outros equipamentos de transporte</p> <p>38 Móveis e produtos das indústrias diversas</p> <p>39 Construção</p> <p>40 Cimento</p> <p>10. Comércio e Serviços</p> <p>41 Comércio</p> <p>42 Serviços de informação</p> <p>43 Intermediação financeira e seguros</p> <p>44 Serviços imobiliários e aluguel</p> <p>45 Serviços de manutenção e reparação</p> <p>46 Serviços de alojamento e alimentação</p> <p>47 Serviços prestados às empresas</p> <p>48 Educação mercantil</p> <p>49 Saúde mercantil</p> <p>50 Outros serviços</p> <p>11. Transporte</p> <p>51 Transporte, armazenagem e correio</p> <p>12. Serviços Públicos</p> <p>52 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana</p> <p>53 Educação pública</p> <p>54 Saúde pública</p> <p>55 Administração pública e seguridade social</p>
--	--

Fonte: elaboração própria do autor.

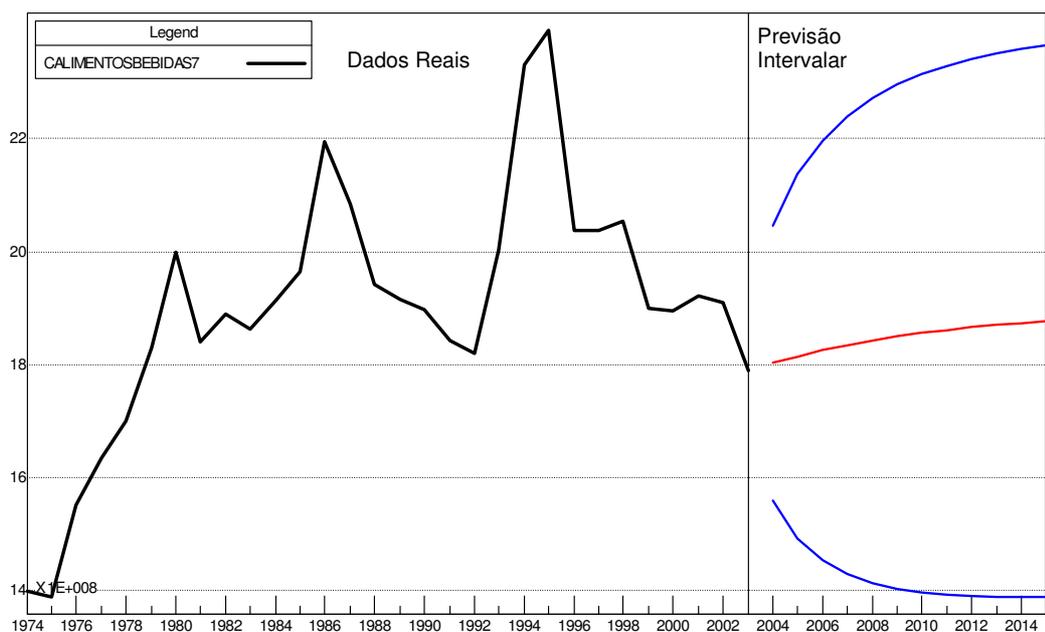
Anexo 5 – Gráficos com dados reais e previstos para o consumo das famílias

Gráfico 1A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor Agrícola



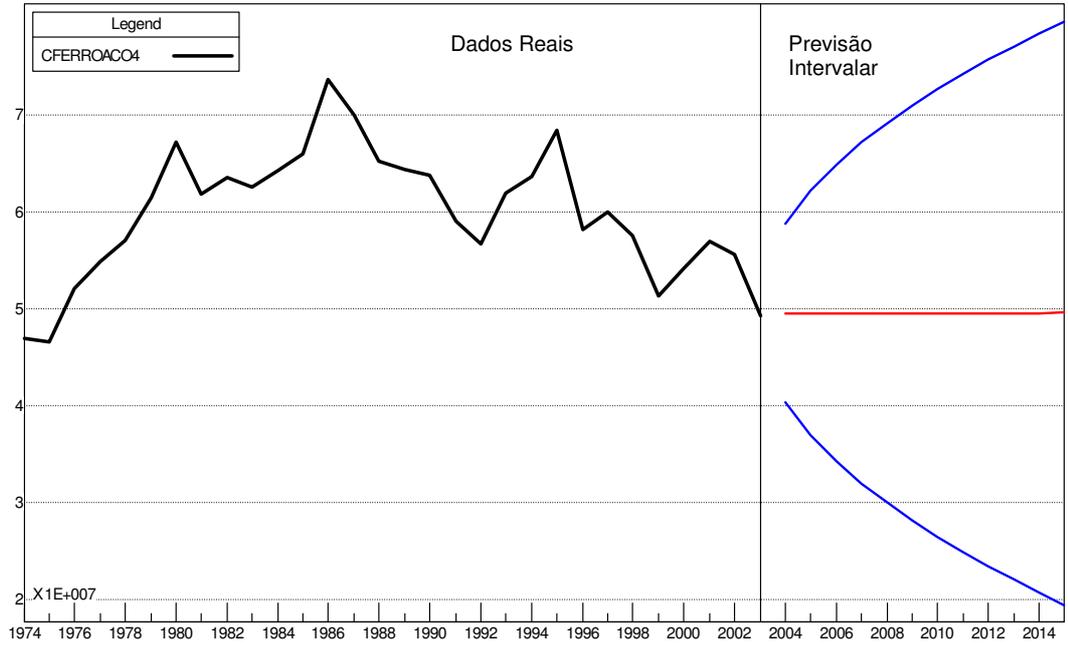
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 2A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor de Alimentos e Bebidas



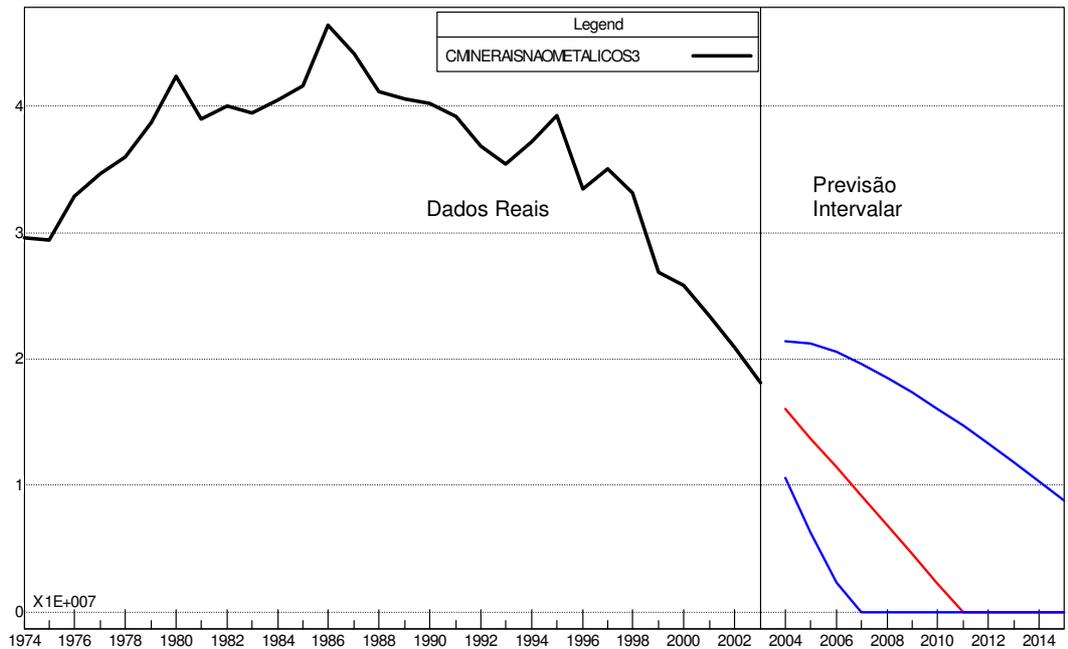
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 3A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor de Ferro e Aço, Metais não ferrosos e outras metalurgias



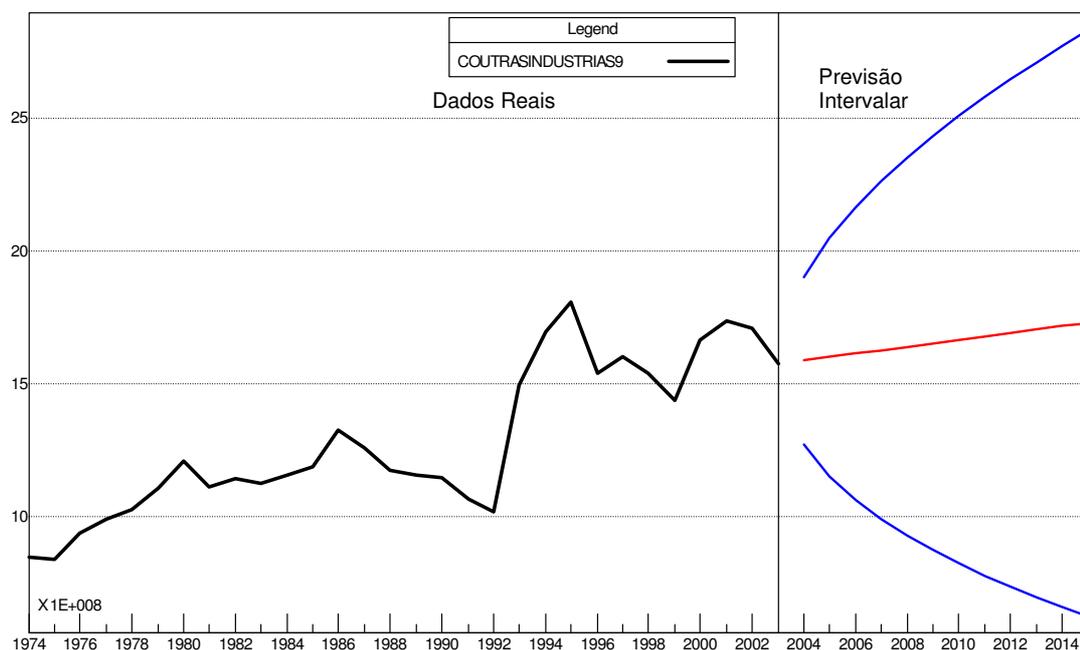
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 4A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor de Minerais não Metálicos



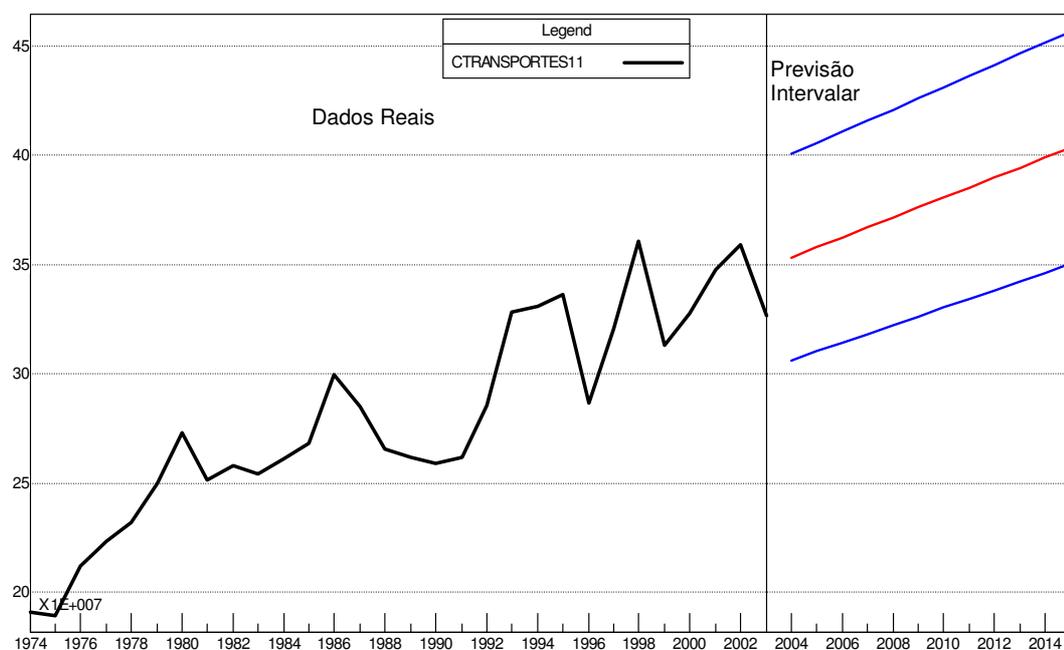
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 5A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor Outras Indústrias



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

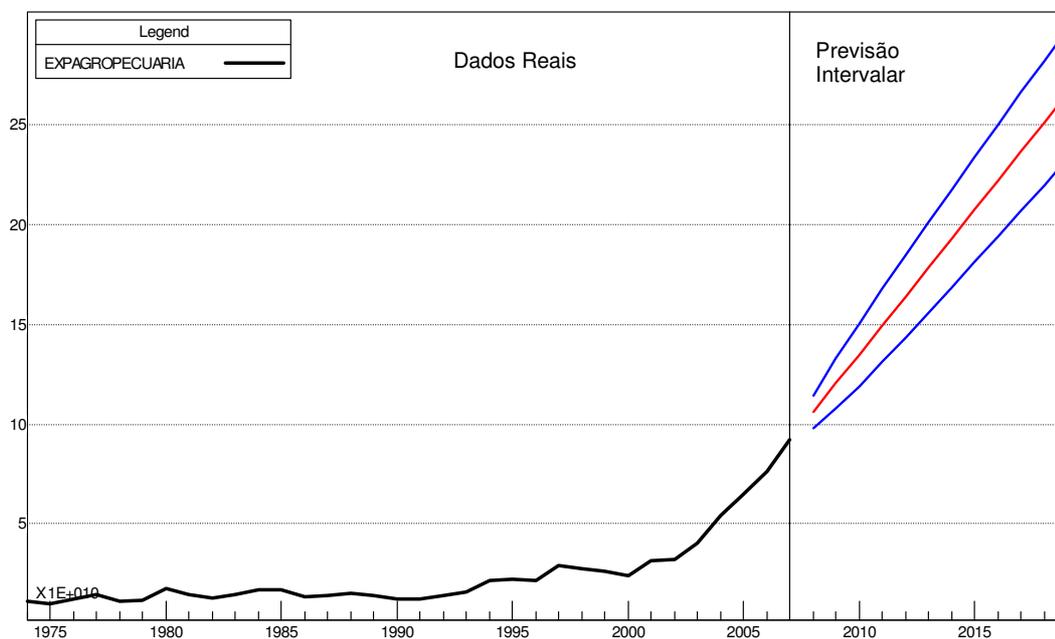
Gráfico 6A – Dados reais e previstos para o consumo das famílias no setor de Transportes



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

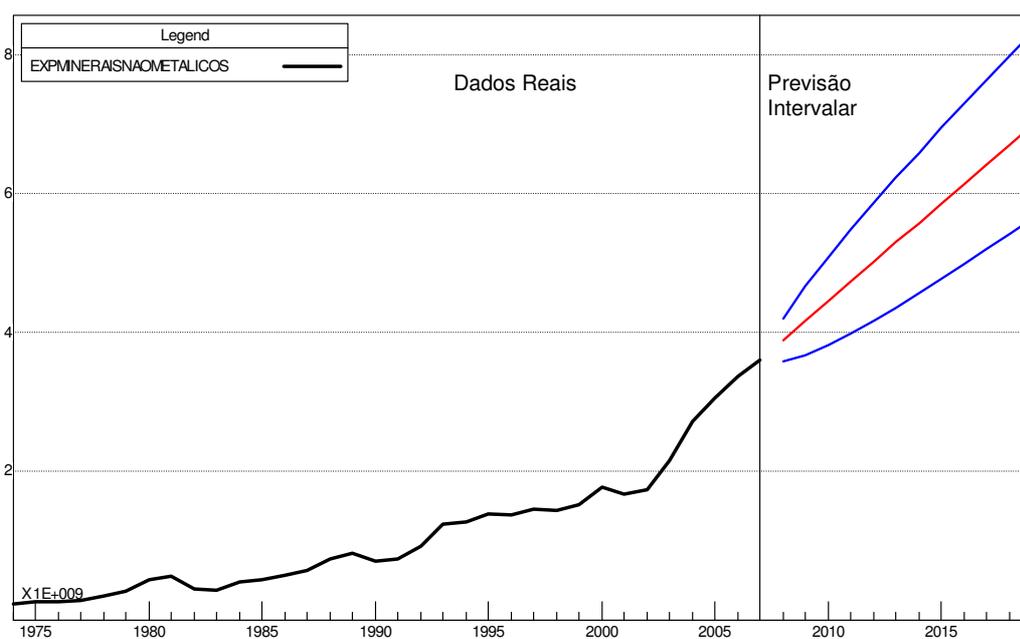
Anexo 6 – Gráficos com dados reais e previstos para as exportações

Gráfico 7A – Dados reais e previstos para as exportações no setor Agropecuária



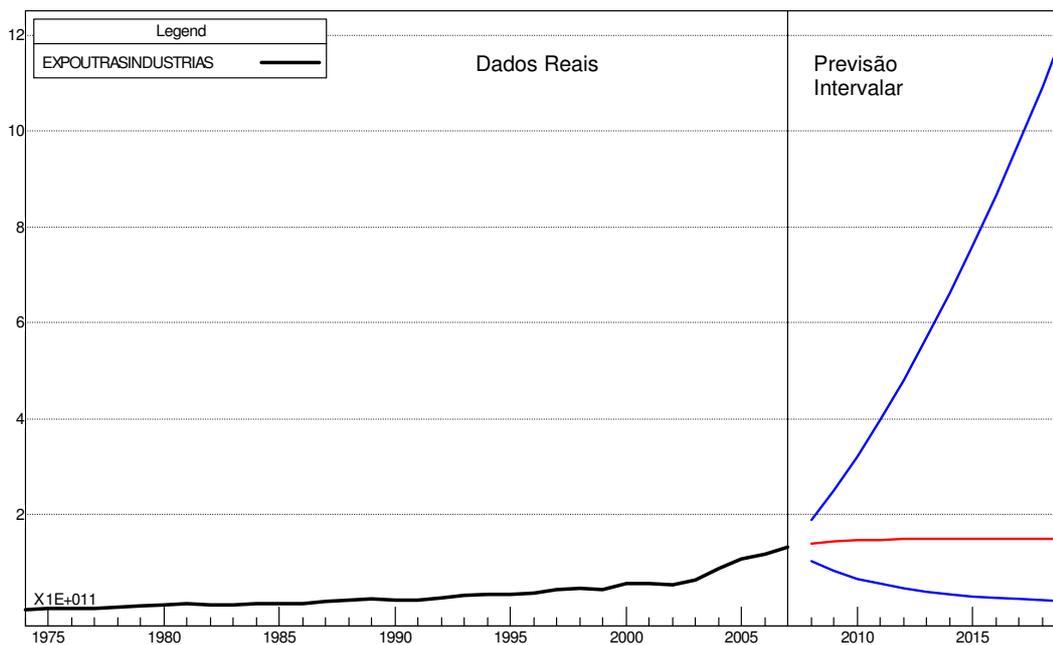
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 8A – Dados reais e previstos para as exportações no setor de Minerais não Metálicos



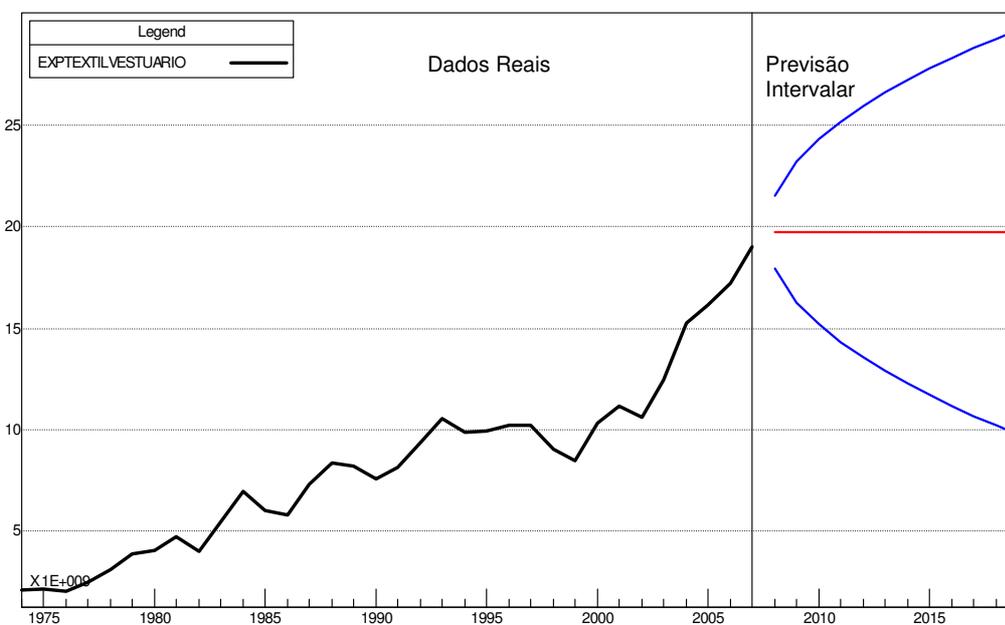
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 9A – Dados reais e previstos para as exportações no setor Outras Indústrias



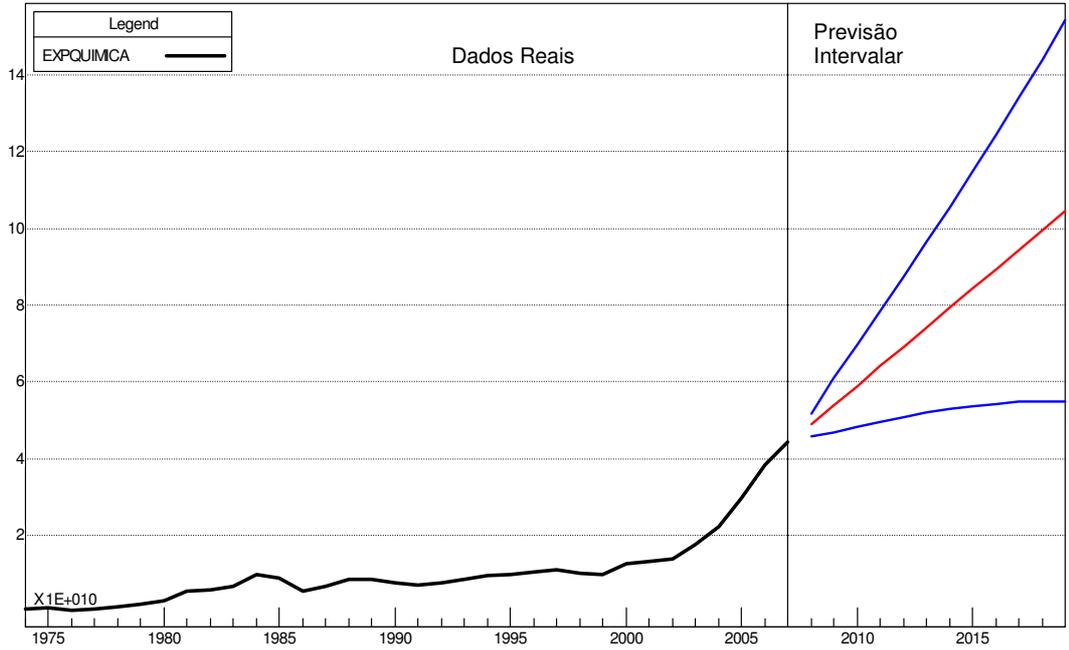
Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 10A – Dados reais e previstos para as exportações no setor Têxtil e Vestuário



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

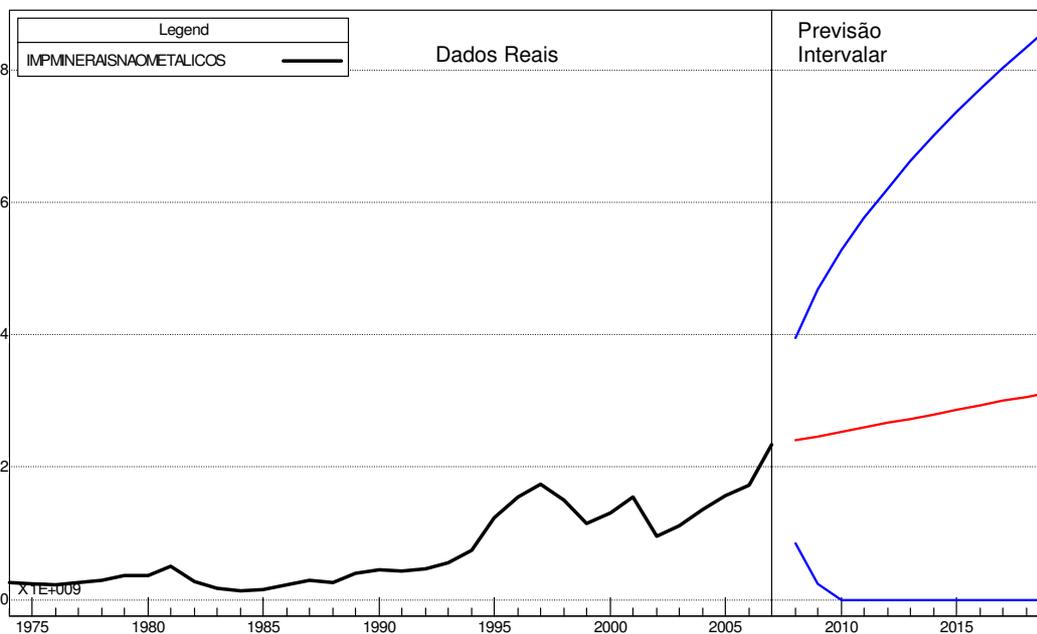
Gráfico 11A – Dados reais e previstos para as exportações no setor Químico



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

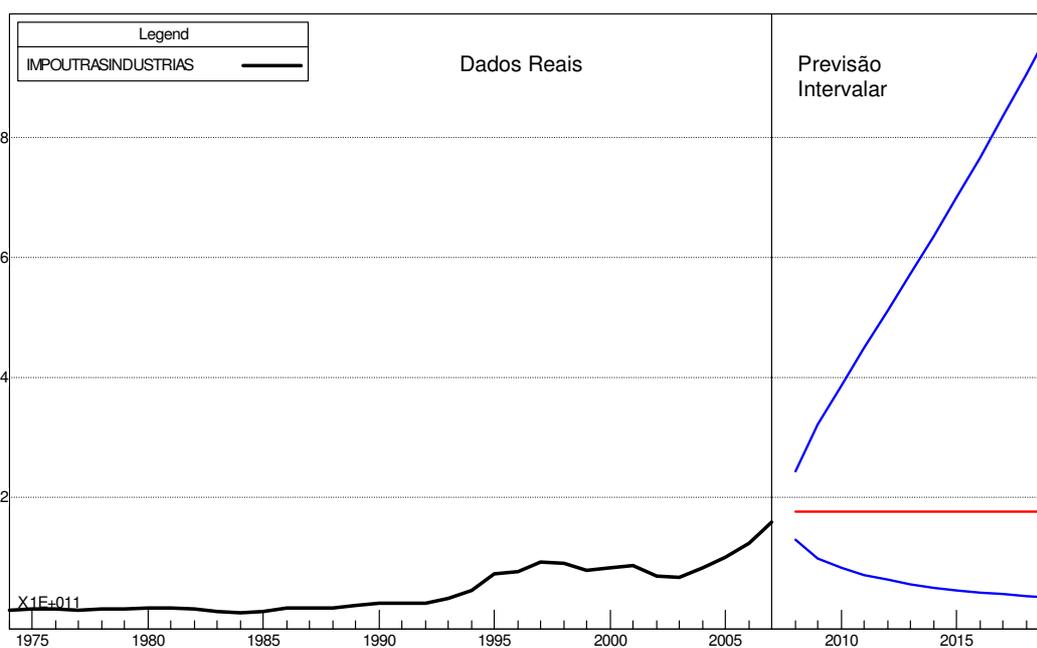
Anexo 7 – Gráficos com dados reais e previstos para as importações

Gráfico 12A – Dados reais e previstos para as importações no setor Minerais não Metálicos



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5

Gráfico 13A – Dados reais e previstos para as importações no setor Outras Indústrias



Fonte: elaboração própria do autor com base no programa Forecast Pro 3.5