



**UNIVERSIDADE SALVADOR – UNIFACS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MESTRADO EM REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA**

ANA CRISTINA GOMES DE OLIVEIRA CASTELO BRANCO

PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Salvador
2003

ANA CRISTINA GOMES DE OLIVEIRA CASTELO BRANCO

PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marciano Morozowski Filho

Salvador
2003

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade
Salvador - UNIFACS

Castelo Branco, Ana Cristina Gomes de Oliveira

Projeção de demanda de energia elétrica. / Ana Cristina Gomes de
Oliveira Castelo Branco. – Salvador, 2003.

96 p. : il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Regulação da
Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, como
requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador Prof. Dr. Marciano Morozowski Filho.

1. Energia elétrica. 2. Energia elétrica - Demanda. I. Morozowski
Filho, Marciano, orient. II. Universidade Salvador – UNIFACS. III. Título.

CDD: 621

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA CRISTINA GOMES DE OLIVEIRA CASTELO BRANCO

PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador - UNIFACS, pela seguinte banca examinadora:

Marciano Morozowski Filho – Orientador _____
Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE)
Universidade Salvador – UNIFACS

Gladis Bordin Schuch _____
Doutora em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

André Luis de Carvalho Valente _____
Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP)
Universidade Salvador – UNIFACS

Salvador, 26 de setembro de 2003.

A meu marido e minhas filhas, pelo apoio, incentivo e paciência.

AGRADECIMENTOS

A meu orientador Prof. Marciano Morozowski Filho, pelo apoio, paciência, dedicação e incentivo.

Ao Prof. André Valente, grande amigo, pela oportunidade, estímulo e confiança.

Ao Prof. James Correia, coordenador do mestrado, pela atenção e incentivo.

À Prof^a. Gladis Bordin Schuch, pelo aprendizado, incentivo e apoio.

À Prof^a. Maria Olívia pelo incentivo e amizade.

À Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras, pela bolsa de estudos, o que viabilizou a minha dedicação ao curso.

À Andréia, Letícia, Carolina, Roberta e Ricardo, pelo apoio e carinho.

Aos amigos: Christina, Mariana, Renato, Mônica, Tereza, Nara, Eduardo, Paulo Bastos, Raimundo, Lucí, Paulo Cunha e todos os colegas do mestrado, pela ajuda e carinho em todas as horas.

RESUMO

Diante do ambiente de incertezas em que o setor elétrico está inserido, as projeções de demanda de energia elétrica tornam-se cada vez mais essenciais para o planejamento: da expansão, transmissão, distribuição e financeiro. Este trabalho apresenta uma nova metodologia de projeção de demanda de energia elétrica, que complementa a metodologia tradicional, com agregação de novas variáveis explicativas, como por exemplo: PIB, tarifas, metas de conservação ou racionalização e estudos de cenários. A metodologia proposta foi desenvolvida com o intuito de melhor representar os aspectos econômicos, tecnológicos, sociais e comportamentais do novo ambiente que o setor elétrico está inserido, e possibilita as empresas, uma melhor gestão do seu mercado consumidor. Este estudo mostra, também, a importância das projeções de demanda de energia elétrica para o planejamento da expansão do setor elétrico nos períodos: anterior a reforma, posterior às reformas e no novo modelo institucional proposto pelo Ministério das Minas e Energia (MME) do governo. Comenta-se sobre algumas técnicas de projeção de demanda de energia elétrica, de longo prazo e curto prazos, que são mais utilizadas no momento atual pelas concessionárias do setor. Finalmente, faz-se uma análise comparativa do modelo de projeção tradicional com o proposto neste trabalho, através de um estudo de caso.

Palavras-chave: Planejamento; projeção de demanda; cenários; ambiente competitivo.

ABSTRACT

The importance of electric energy forecasts is growing in the Brazilian electricity sector, given the persistent uncertainties that surround the electricity business. These forecasts are important not only to support system expansion planning, but also to inform the financial planning and trading activities of the utilities. This work presents a new methodology for electric energy forecasting, aimed at complementing, rather than substituting, the traditional methodology. This complementation involves the explicit representation, in the forecasting model, of variables like National Gross Product (NGP), energy conservation policies and diverse macroeconomic scenarios, among others. This methodology was developed as a response to a perceived need to better represent the economic, technological, social and behavioral aspects of the new business environment in the power sector. In specific terms, it will allow distribution utilities to better manage their consumer base. Moreover, this work intends to demonstrate how the importance of demand forecasts evolved along the period that preceded the power sector reform, the period between the reform and the enactment, by the Ministry of Mines and Energy (MME) of the Brazilian government, of the new institutional model of the electricity sector. The current electricity forecasting practices of distribution utilities are commented and evaluated. Finally, the work presents a study case, in order to compare the results of the traditional and the new methodology.

Keywords: Power System; planning; demand forecast; scenarios; competition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Órgão Planejador do Sistema - GCPS	25
Figura 2 - Estrutura do Órgão Planejador do Sistema – CCPE	26
Figura 3 - Projeção de Consumo Residencial: metodologia tradicional	40
Figura 4 - Projeção de Consumo Industrial: metodologia tradicional	41
Figura 5 - Projeção de Consumo Comercial: metodologia tradicional	43
Figura 6 – Projeção de Consumo da Classe de Serviços Públicos: metodologia tradicional	45
Figura 7 - Projeção de Consumo Irrigação: metodologia tradicional	46
Figura 8 - Projeção de Consumo Residencial: metodologia proposta	52
Figura 9 - Projeção do Consumo Industrial, Rural e Irrigação: metodologia proposta	56
Figura 10 - Projeção de Consumo Comercial e Demais Classes: metodologia proposta	61
Figura 11 - Processo de Realimentação	72
Figura 12 – Projeção do Consumo Residencial Metodologia Tradicional	77
Figura 13 – Projeção do Consumo Residencial Cenário de Referência Metodologia Proposta	79
Figura 14 – Projeção do Consumo Residencial Cenário Otimista – Metodologia Proposta	81
Figura 15 – Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta Cenário Pessimista	82
Figura 16 – Comparação entre as Metodologias Consumo Residencial Cenário Referência	83
Figura 17 – Projeção do Consumo Industrial Metodologia Tradicional Cenário Referência	85
Figura 18 - Projeção Global - Consumo Industrial Metodologia Proposta Cenário Referência	86
Figura 19 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Nível de Tensão Metodologia Proposta - Cenário Referência	88
Figura 20 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Tipo de Consumidor Metodologia Proposta - Cenário Referência	90
Figura 21 - Comparação entre as Metodologias Consumo Industrial - Cenário Referência	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios para Consumidores Livres e Cativos (Lei 9.074)

57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Projeção de População	76
Tabela 2 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Tradicional	76
Tabela 3 – Premissas para a projeção da Classe Residencial - Cenário Referência	77
Tabela 4 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Referência	78
Tabela 5 - Premissas para a projeção da Classe Residencial - Cenário Otimista	80
Tabela 6 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Otimista	80
Tabela 7 – Premissas para Projeção da Classe Residencial - Cenário Pessimista	81
Tabela 8 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Pessimista	82
Tabela 9 - Comparação entre as Metodologias Consumo Residencial – Cenário Referência	83
Tabela 10 - Premissas para o Consumo Industrial - Cenário Referência	84
Tabela 11 - Projeção do Consumo Industrial - Metodologia Tradicional - Cenário Referência	84
Tabela 12 - Projeção Global - Consumo Industrial Metodologia Proposta Cenário Referência	86
Tabela 13 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Nível de Tensão Metodologia Proposta - Cenário Referência	87
Tabela 14 – Projeção do Consumo Industrial Especial por Tipo de Consumidor Metodologia Proposta - Cenário Referência	89
Tabela 15 – Comparação entre as Metodologias Consumo Industrial Total	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
- ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
- ABRAGE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
- ABRATE - Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica
- ACEE - Administrador dos Contratos de Energia Elétrica
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras
- CCPE - Comitê Coordenador do Planejamento e Expansão dos Sistemas Elétricos
- CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
- CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
- CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
- COELBA - Companhia de Energia Elétrica do Estado da Bahia
- CTDO - Comitê Técnico para Estudos da Oferta
- CTEG - Comitê Técnico para Estudos da Geração
- CTEM - Comitê Técnico de Estudos de Mercado
- CTET - Comitê Técnico para Estudos de Transmissão
- CTFA - Comitê Técnico para Expansão de Fontes Alternativas
- CTSA Comitê Técnico para Estudos Sócios Ambientais
- CTSI - Comitê Técnico para Planejamento dos Sistemas Isolados e Integração de Mercado
- DEE - Departamento de Engenharia Elétrica
- DNAEE – Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica
- FEPE - Fundação de Estudos e Planejamento Energético
- GCE - Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
- GCPS - Grupo Coordenador do Planejamento do Sistema
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAE - Mercado Atacadista de Energia

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS - Operador Nacional do Sistema

OSI - Operador dos Sistemas Elétricos Isolados

PDE - Planejamento de Médio Prazo

PELP - Plano de Expansão de Longo Prazo

PIB - Produto Interno Bruto

PLANTE - Planejamento de Mercado e Tarifas

PROCEL - Programa de Conservação de Energia Elétrica

PUC/RIO - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RGR - Reserva Global de Reversão

SEB - Setor Elétrico Brasileiro

SIM - Sistema Integrado de Mercado

SIMPLES - Sistema de Informações de Mercado para o Planejamento do Setor Elétrico

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVO	19
CAPÍTULO II - ASPECTOS TEÓRICOS DOS ESTUDOS DE MERCADO	21
2.1 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DE MERCADO	21
2.2 ATIVIDADE DE MERCADO NO PERÍODO PRÉ-REFORMA	24
2.3 ATIVIDADE DE MERCADO NO PERÍODO PÓS-REFORMA	26
2.4 ATIVIDADE DE MERCADO NO NOVO MODELO	30
2.4.1 Mecanismos para Melhoria da Qualidade das Projeções	32
2.5 PERSPECTIVAS DA ATIVIDADE DE MERCADO	35
2.6 CONCLUSÃO	36
CAPÍTULO III - METODOLOGIA PARA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA	38
3.1 METODOLOGIA TRADICIONAL	38
3.1.1 Premissas Básicas de Mercado	38
3.1.2 Cenários Macroeconômicos – PIB	39
3.1.3 Cenários para o Consumo de Energia Elétrica	39
3.1.4 Coleta e Análise de Dados	39
3.1.5 Pesquisa de Campo	39
3.1.6 Metodologia Tradicional para Projeção Anual por Classe de Consumo	40
3.1.6.1 Classe Residencial	40
3.1.6.2 Classe Industrial	41
3.1.6.3 Classe Comercial	42
3.1.6.4 Classes Poderes Públicos e Iluminação Pública	44
3.1.6.5 Classe Serviços Públicos	44
3.1.6.6 Classes Rural e Próprio	46
3.1.6.7 Classe Irrigação	46
3.1.6.8 Consumo Total	47
3.1.7 Limitações da Metodologia Tradicional	47
3.1.8 Efeitos da Reforma Sobre a Metodologia de Planejamento	48
3.1.9 Revitalização do Setor Elétrico Brasileiro	49
3.2 METODOLOGIA PROPOSTA	51
3.2.1 Metodologia Proposta por Classe de Consumo	51
3.2.1.1 Classe Residencial	51
3.2.1.1.1 Modelo Matemático para a Projeção do Consumo de Energia Elétrica da Classe Residencial	53
3.2.1.2 Classes Industrial, Rural e Irrigação	55
3.2.1.2.1 Modelo Matemático para Projeção de Consumo de Energia Elétrica das Classes Industrial, Rural e Irrigação	57
3.2.1.2.1.1 Formulação matemática para a projeção do consumo tradicional	57
3.2.1.2.1.2 Formulação matemática para a projeção do consumo dos grandes consumidores	58

3.2.1.2.1.3	Projeção total da classe industrial (ou rural ou irrigação)	59
3.2.1.3	Classe Comercial e Demais Classes	60
3.2.1.3.1	Modelo Matemático para a Projeção do Consumo de Energia Elétrica das Classes: Comercial, Poderes Públicos, Serviços Públicos e Iluminação Pública	62
3.2.1.3.1.1	Formulação matemática para a projeção do consumo tradicional	62
3.2.1.3.1.2	Formulação matemática para a projeção do consumo dos grandes consumidores	63
3.2.1.3.1.3	Projeção total da classe comercial, ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública	65
3.3	CONCLUSÃO	66
	CAPÍTULO IV - MODELOS PARA PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA	68
4.1	CONCLUSÃO	74
	CAPÍTULO V - ESTUDOS DE CASO	75
5.1	CONCLUSÃO	91
	CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS	95

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro está passando por um processo de reestruturação desde o início da década de 90. O objetivo desta reforma é permitir que o governo concentre seus esforços e recursos em atividades típicas de governo, tais como: questões sociais, condução da política econômica, elaboração de políticas energéticas, regulamentação e regulação do setor.

Esta transformação vem ocorrendo através da mudança do regime de concessão, da responsabilidade pela expansão do sistema e pelo atendimento ao mercado, à comercialização de energia e a relação com os clientes. Todas estas mudanças alteram radicalmente o ambiente de negócios setorial e favorecem uma visão empresarial das questões anteriormente tratadas pela ótica setorial.

As empresas do setor passaram por um processo de privatização e também de desverticalização. Nesse caso, suas funções básicas de geração, transmissão, distribuição e comercialização foram separadas comercialmente.

Outros fatores foram decisivos para a reestruturação do setor elétrico brasileiro, como, por exemplo, crise financeira do setor decorrente da contenção tarifária; necessidade da transferência para o setor privado dos investimentos no setor elétrico e; aumento da demanda de energia elétrica sem a devida correspondência na oferta, o que ocasionou uma elevação no risco de déficit de energia elétrica.

Neste novo ambiente setorial, as projeções do mercado consumidor tornam-se cada vez mais importantes e necessárias para o planejamento, seja ele da geração, transmissão, distribuição, operação e gestão financeira.

A atividade de mercado subsidia as áreas estratégicas da empresa, para isto é necessário que ela se instrumentalize de modelos e metodologias mais consistentes, em relação aos utilizados pelas concessionárias, que possam reproduzir os aspectos comportamentais econômicos, políticos, tecnológicos, sociais e do consumidor.

Até o início da década de 80, as metodologias tradicionais para a projeção de demanda de energia elétrica atendiam aos objetivos do mercado e do planejamento, isto devido ao ambiente de estabilidade e continuidade que o país atravessava e no qual a rentabilidade e competitividade não desempenhavam papel preponderante.

Em um ambiente de incertezas e com os novos desafios que as concessionárias se defrontam a questão que se coloca é: será que estas metodologias tradicionais são suficientes ou adequadas?

As mudanças ocorreram e continuam acontecendo em virtude de razões econômicas, políticas e de uma nova concepção para as atribuições do Estado, diante da falta de investimento em geração, e do rápido crescimento da demanda houve um esgotamento do estoque de sobre capacidade do sistema.

O governo, então, adotou um cronograma de privatizações, iniciado pelo segmento de distribuição de energia. A prioridade na venda das empresas de distribuição ocorreu, também, em função de fatores econômicos, já que dificilmente conseguiria atrair interessados para os ativos de geração, caso não houvesse a perspectiva de um mercado atacadista privado de energia, no qual estariam eliminados os riscos de calote nas transações de venda de energia.

De acordo com Pires (2000, p.35), se

por um lado, essa opção foi correta por dissipar os riscos de inadimplência nas transações de compra e venda de energia elétrica verificada no período estatal, por outro, a perda de "*momentum*" do programa de privatização fez com que, sem que tivesse condições de investir, o Estado mantivesse em suas mãos o segmento que deveria realizar os investimentos para a expansão do sistema.

Esse fato provocou incertezas sobre os rumos e o ritmo de abertura do setor e desencorajou novos investimentos privados.

O novo modelo do setor elétrico foi instituído pela Lei 9.427/96, que criou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e pela Lei 9.648/98, que definiu, entre outras questões, as regras de entrada de novos agentes, tarifas e estrutura de mercado.

A reestruturação do setor teve como base à introdução da competição nos segmentos de geração e comercialização de energia elétrica; a criação de um instrumental regulatório para a defesa da concorrência destes segmentos competitivos, como desintegração vertical, tarifas de uso da rede não discriminatória, entre outros, destacando-se a garantia do livre acesso aos sistemas de transporte (transmissão e distribuição); e o desenvolvimento de mecanismos de regulação incentivada nos segmentos que permanecem como monopólio natural (distribuição e transmissão de energia).

1.1 JUSTIFICATIVA

A reestruturação do setor elétrico e a tendência a se estabelecer mercados competitivos nas áreas de geração e comercialização de energia elétrica preconizados pelo modelo setorial vigente em 2003, afetarão profundamente as projeções de demanda de energia elétrica, tanto pelo lado da oferta, devido à desverticalização das concessionárias, que operavam de maneira integrada, quanto pelo lado da demanda, devido à segmentação do mercado consumidor em mercado livre e mercado cativo.

Pelo lado da oferta, a concessionária de energia elétrica, precisa comprar energia a preços razoáveis, se desejar se manter competitiva, sem se expor excessivamente ao risco de preço do Mercado Atacadista de Energia (MAE). Pelo lado da demanda, a concessionária precisa oferecer preços competitivos com os oferecidos por agentes externos à sua área de concessão, se desejar manter ou aumentar sua participação no mercado, na medida em que seus consumidores cativos adquiram o direito de se tornarem consumidores livres.

O consumidor livre pode adquirir esta condição de acordo com as especificações do órgão regulador, devido ao volume de seu contrato de demanda e

ao nível de tensão que é atendido. Como mostrado Quadro 1, Critérios para Consumidores Livres e Cativos (Lei 9.074), estes clientes podem optar por seu fornecedor de energia, que poderá estar geograficamente próximo do cliente ou não. Os consumidores, que não se enquadrarem nestas especificações continuarão cativos, ou seja, continuarão sendo atendidos pelo concessionário de distribuição local.

No modelo vigente, o planejamento de expansão da geração passou a ter natureza indicativa.

Já o planejamento da operação, a cargo do Operador Nacional do Sistema (ONS), busca operar o sistema com menor custo e com garantia, permitindo liberdade de ação dos investidores.

Este ambiente de concorrência criou novos paradigmas para a atividade de planejamento, o que repercute nos estudos de previsão de mercado, já que os agentes passaram a atribuir conotação estratégica a uma série de informações antes compartilhadas sem restrições. Uma questão observada, no entanto, é a de como garantir que os dados e informações necessárias ao planejamento indicativo sejam disponibilizados por todas as organizações existentes e potenciais de geração, transmissão, distribuição/varejo. Diante destes desafios, as metodologias tradicionais utilizadas de forma isolada tornam-se insuficientes.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho de pesquisa é desenvolver uma metodologia de projeção de demanda de energia elétrica, que represente melhor os aspectos econômicos, tecnológicos, sociais e comportamentais do novo ambiente, no qual, o setor elétrico está inserido e que possibilite às empresas uma melhor gestão do seu mercado consumidor.

Mostra-se neste estudo a importância dos estudos de mercado e da necessidade de mecanismos de melhoria da qualidade das projeções, para a sua melhor eficácia.

Para obter os objetivos propostos, esta dissertação está composta de 6 (seis) capítulos citados a seguir.

O Capítulo 1 é composto de introdução, com justificativa e objetivo da pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta os aspectos teóricos dos estudos de mercado, sua conceituação, influência e importância no planejamento do sistema elétrico. Ainda neste capítulo, comenta-se sobre a atividade de mercado no período pré-reforma, pós-reforma, e na nova proposta de modelo para o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), bem como nos estudos e mecanismos que podem auxiliar as projeções de demanda de energia elétrica.

O Capítulo 3 descreve a metodologia tradicionalmente utilizada pelo setor, aponta suas deficiências e mostra uma aplicação da nova metodologia a uma concessionária distribuidora/comercializadora da região Nordeste, a Companhia de Energia Elétrica do Estado da Bahia (COELBA).

No Capítulo 4 ressalta-se a importância dos modelos de projeção e aborda-se alguns modelos de projeção de destaque no setor.

O Capítulo 5 apresenta um estudo de caso, visando comparar o resultado da aplicação da metodologia proposta com o da metodologia tradicional.

O Capítulo 6 apresenta as considerações finais referentes à pesquisa.

CAPÍTULO II - ASPECTOS TEÓRICOS DOS ESTUDOS DE MERCADO

2.1 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DE MERCADO

No novo ambiente competitivo em que o setor elétrico está inserido, os estudos de mercado tornaram-se extremamente importantes e mais complexos para o planejamento da expansão e de gestão empresarial. As projeções de demanda de energia elétrica, tradicionalmente denominadas de estudos de mercado, em geral, são instrumentos que fornecem informações para uma conseqüente tomada de decisão, com objetivos específicos.

Assim, a projeção de demanda de energia elétrica tem a finalidade de atender às necessidades dos consumidores com níveis de qualidade satisfatórios. Esses estudos sejam sob os aspectos técnicos ou financeiros, são elementos-chave do processo de planejamento da expansão, em qualquer segmento do setor.

No Planejamento Financeiro, permite quantificar a tarifa e a receita da empresa; no Planejamento da Geração, permite adequar a oferta ao mercado previsto, compatibilizando níveis de confiabilidade e custos de suprimento; no Planejamento da Transmissão, permite definir o carregamento de linhas e transformadores, o sentido de fluxos de intercâmbio e custos de transmissão e expansão do sistema, possibilitando o despacho das unidades geradoras e das interligações e; no Planejamento da Distribuição, possibilita visualizar a evolução temporal e a distribuição espacial do consumo em áreas urbanas e rurais.

Mercado, de uma forma geral, corresponde ao ambiente onde se encontram compradores (consumidores) e vendedores (empresas) que transacionam em torno de um produto ou serviço. De modo específico, o mercado pode representar a demanda por esse produto ou serviço.

Para o setor elétrico, o mercado de energia elétrica é a representação das necessidades de energia e demanda requeridas pelos diversos segmentos do sistema elétrico.

Os estudos de mercado são básicos em qualquer atividade, pois deles derivam decisões que dizem respeito à estratégia de uma organização. Sua importância está relacionada com sua característica de constante aperfeiçoamento, não só no seu desenvolvimento, mas no processo metodológico. No caso do setor elétrico, em função de suas características, associa-se aos estudos de mercado um conjunto de desafios técnicos, que demandam procedimentos especializados e requerem um fluxo de informações consistente.

Esse processo visa o aprimoramento dos modelos de previsão, no acompanhamento do próprio mercado de energia elétrica, na coleta de informações sócio-econômicas, políticas e diretrizes de governo e da empresa, incorporando ainda os estudos de cenários e análise de sensibilidade. Logo, o objetivo de um estudo de mercado de energia elétrica é prever o consumo e demanda de energia elétrica, propiciando à empresa condições de proceder à elaboração do seu planejamento e expansão.

A previsão de demanda é importante para o planejamento da distribuição, uma vez que, é através dela que será feito o dimensionamento das subestações, alimentadores e demais estruturas do sistema distribuidor.

A energia requerida por uma sociedade corresponde a uma variável que sofre influência das condições sócio-econômicas, culturais e até mesmo climáticas. Dessa forma, para entender o comportamento do consumo de energia elétrica, é necessário analisar os seus principais fatores determinantes.

Nos últimos dez anos, o consumo de energia elétrica no Brasil cresceu mais de 50%, contra um aumento inferior a 30% do PIB para o mesmo período. A

participação da energia elétrica na matriz energética teve um aumento expressivo, o número de consumidores e, particularmente, as ligações registradas apresentam taxas médias de crescimento anual de 6,1% entre 1970 e 1999. Esse fato reforça a busca por metodologias mais adequadas que expliquem a relação do crescimento econômico com o consumo de energia elétrica, diante da escassez de informações sócio-econômicas para uma correlação mais adequada.

Para o planejamento empresarial, anualmente, é elaborado o estudo de mercado de curto e longo prazos, envolvendo todos os agentes interessados, resultando em previsão do consumo de energia elétrica, da demanda e do número de consumidores, em termos globais para a área de concessão, regionalizados e referenciados a cada um dos segmentos do sistema elétrico, incorporando os efeitos das expectativas de autoprodução e conservação de energia.

As finalidades dos estudos de mercado no setor elétrico são:

- a) elaboração do Plano Indicativo de Expansão do Sistema Gerador, Plano Determinativo de Expansão do Sistema de Transmissão, Planejamento da Operação Energética dos Sistemas Interligados e Plano de Operação dos Sistemas Isolados;
- b) orientação dos Planos de Expansão da Distribuição de cada Concessionária;
- c) estabelecimento de programas de investimentos e de contratos bilaterais (via empresas), das cotas de consumo de combustíveis e das cotas de contribuição da Reserva Global de Reversão (RGR);
- d) definição de estimativa do valor econômico da energia não suprida;
- e) fornecimento de subsídios ao processo de sazonalização dos contratos iniciais, aos trabalhos de balanço energético, formação e planejamento da matriz energética e ao planejamento do racionamento;
- f) fornecimento de apoio aos programas de financiamento gerenciados pelos agentes setoriais.

2.2 ATIVIDADE DE MERCADO NO PERÍODO PRÉ-REFORMA

Apesar da diversidade da estrutura e do número de agentes, o setor elétrico brasileiro antes do seu processo de reestruturação apresentava, em geral, empresas integradas nos segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, em especial nos casos das empresas estatais. Historicamente, as decisões do setor eram bastante centralizadas e de caráter político.

Concebida na década de 70 e consolidada ao longo da década de 80, a metodologia tradicional de planejamento da expansão dos sistemas elétricos caracterizava-se, além da estrutura monopolista e verticalmente integrada, por um planejamento centrado na oferta, com ênfase no sistema de geração, foco na análise dos sistemas interligados em nível regional e nacional e ênfase em grandes projetos de geração hidroelétrica.

O planejamento era determinativo e coordenado pelas Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás), via Grupo Coordenador do Planejamento do Sistema (GCPS), com a participação das empresas. Era de responsabilidade do GCPS a avaliação do mercado a ser atendido e o estabelecimento das obras prioritárias na área de geração, transmissão e distribuição, considerando o atendimento ao mercado, a disponibilidade de recursos financeiros e a viabilidade física dos empreendimentos, com observância aos aspectos sócio-ambientais. Na figura 1, mostra-se a estrutura do órgão responsável pelo planejamento.

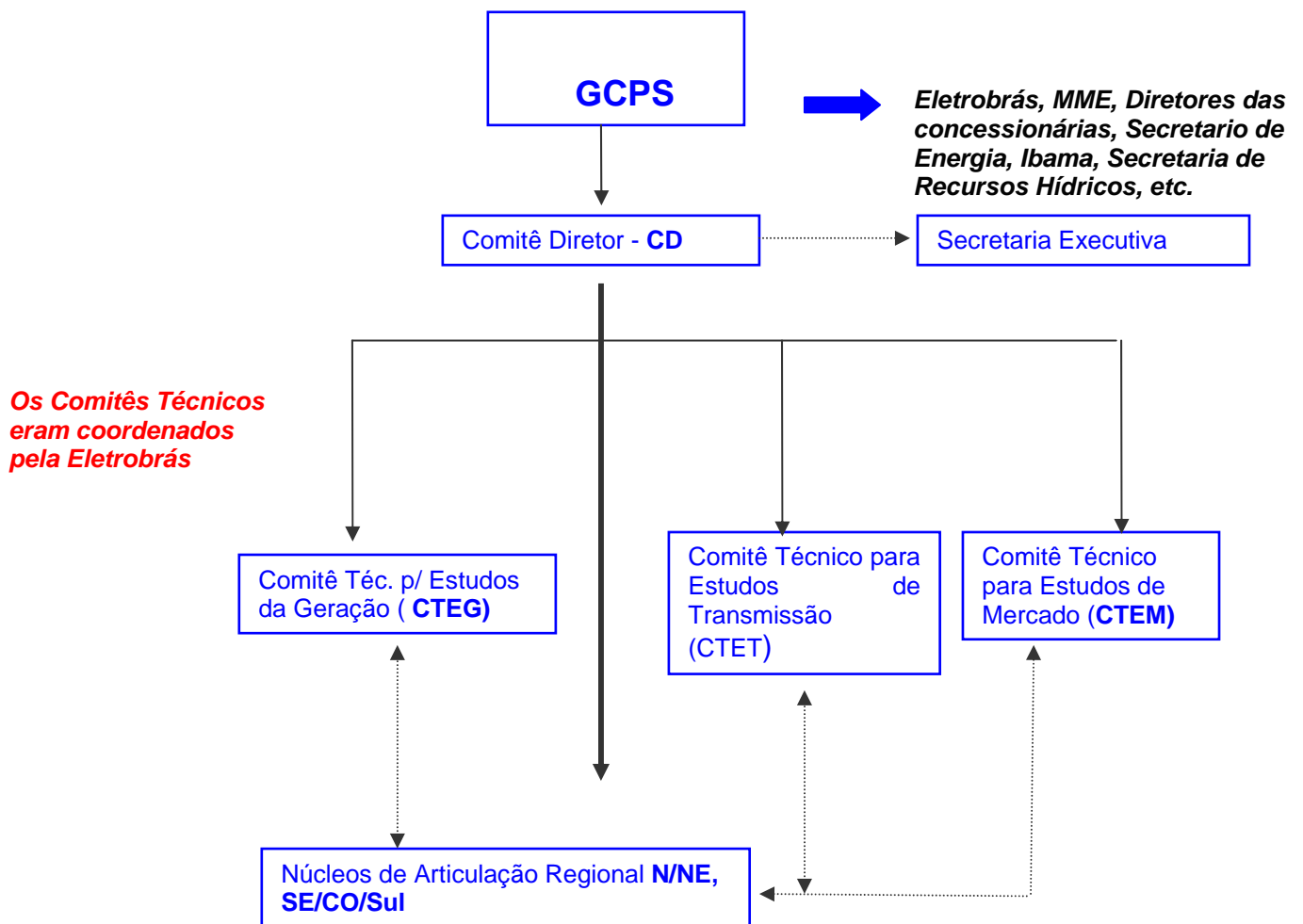


Figura 1 - Estrutura do Órgão Planejador do Sistema - GCPS

Fonte: GCPS/Eletrobrás

Neste contexto, o mercado global era projetado em nível nacional e regional, segundo critérios de decomposição espacial, ou seja, os mercados correspondiam às áreas de concessões de cada empresa. Havia participação das empresas concessionárias, mas as decisões eram tomadas pela coordenação do grupo, ou seja, pela Eletrobrás.

A projeção de demanda de energia elétrica tradicional baseava-se em técnicas econométricas, basicamente regressões e extrapolação de séries históricas do consumo, e indicadores sócio-econômicos, estes últimos sob a forma de cenários. Para a elaboração destes estudos eram consideradas, também, variáveis macroeconômicas, demográficas, de domicílios e de conservação de energia. A metodologia utilizada será melhor detalhada e analisada mais adiante.

2.3 ATIVIDADE DE MERCADO NO PERÍODO PÓS-REFORMA

A competição entre as empresas, aliada à liberalização dos consumidores, levou as distribuidoras a terem reserva ao divulgarem suas projeções, uma vez que a definição da demanda a ser atendida envolverá decisões de caráter estratégico, e as empresas concorrerão para conquistar os consumidores livres. Isto faz com que as mesmas restrinjam a divulgação dos seus dados, por serem estratégicos, dificultando o planejamento.

No novo modelo, o planejamento da expansão não mais é determinativo e sim indicativo, é coordenado pelo Comitê Coordenador do Planejamento e Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), vinculado à Secretaria de Energia e ao Ministério de Minas e Energia. Fazem parte deste comitê: as concessionárias (geração, transmissão, distribuição), ANEEL, ONS, MME, Eletrobrás, entre outras instituições. Na Figura 2 que segue pode-se observar a nova estrutura funcional do CCPE.

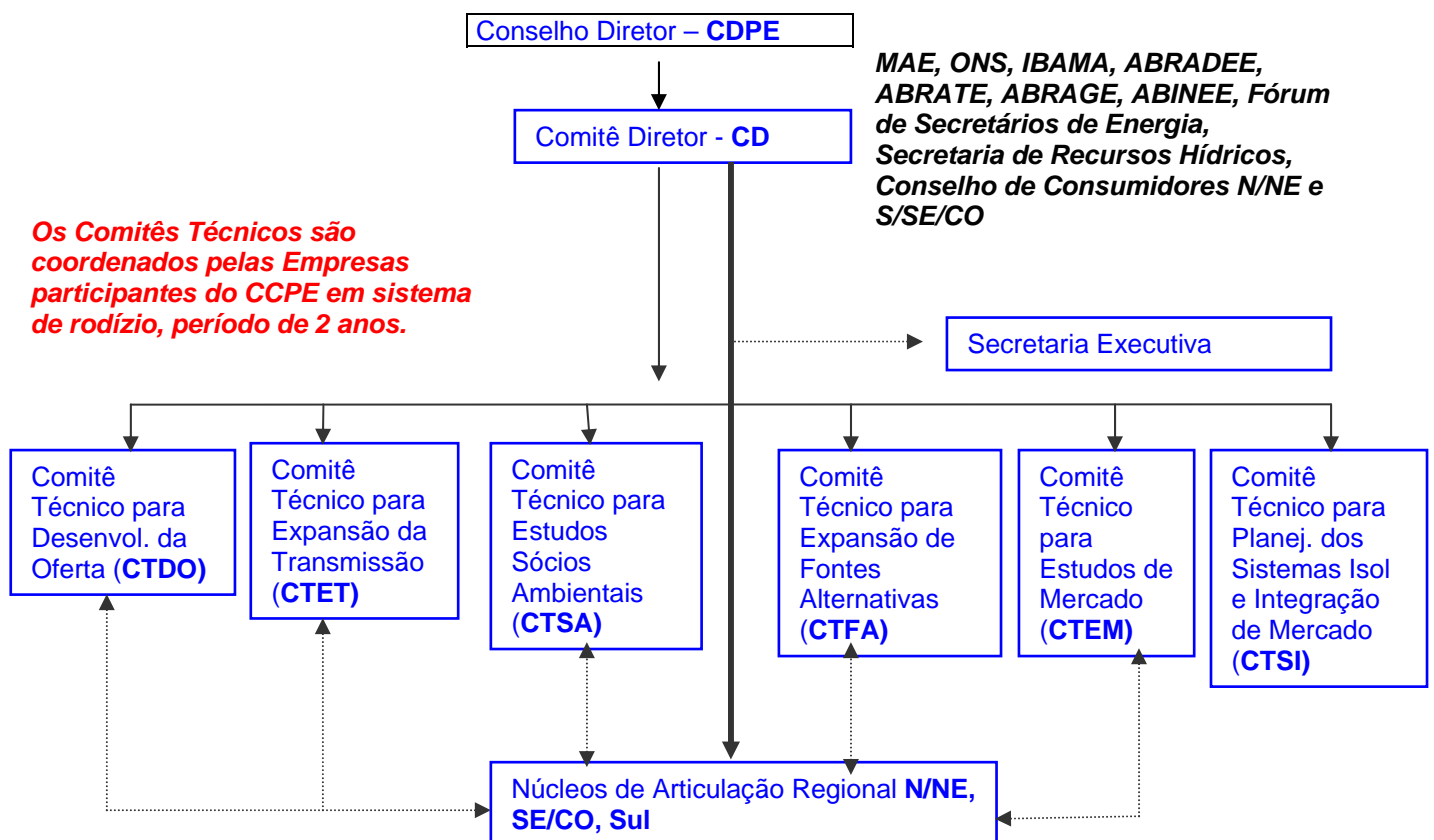


Figura 2 - Estrutura do Órgão Planejador do Sistema – CCPE

Fonte: CCPE/MME

As funções dos Comitês representados na Figura 2 são descritas a seguir:

CTDO – Tem a finalidade de atualizar a metodologia e os critérios de elaboração dos planos de expansão, contemplando os aspectos de incerteza na demanda, da viabilidade e negociação dos projetos, da captação de recursos e das indefinições do ambiente regulador do mercado de energia.

CTET – Tem o objetivo de atender ao crescimento do mercado, integrar nova fonte de geração, interligar bacias hidrográficas, aumentar a confiabilidade do atendimento, evitar a formação de sub-mercados, eliminar restrição ao despacho ótimo.

CTSA – Seu objetivo é orientar a sistematização do conhecimento sobre as principais questões ambientais na área de estudo e sobre os projetos previstos, fornecer subsídios para a formulação de alternativas da expansão da oferta e da transmissão de energia elétrica, e para a concepção dos projetos, fornecer informações para a avaliação ambiental de projetos, conjunto de projetos e do plano como um todo.

CTFA – Objetiva introduzir no planejamento da expansão do sistema elétrico as diretrizes emanadas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), elaborar cenários de progressão tecnológica e de aproveitamentos de recursos energéticos de fontes renováveis, para complementar a expansão da oferta de energia elétrica no sistema brasileiro, identificar as especificidades de fontes renováveis e tecnologias para os sistemas interligados e isolados.

CTEM – Tem o objetivo de desenvolver metodologias para elaboração das previsões de mercado, efetuar projeções de mercado de energia elétrica em bases anuais, fornecer informações básicas sobre o mercado de energia aos órgãos governamentais, empresas e instituições, fornecer subsídios aos trabalhos de balanço energético e matriz energética e ao planejamento do racionamento, nas projeções de mercado, manter enfoque na conservação de energia, expansão da autoprodução, sinalizar mudanças na tendência do mercado de energia.

CTSI – objetiva analisar os sistemas isolados e áreas ainda não atendidas por eletricidade; garantir qualidade mínima de atendimento ao mercado, garantir a

expansão da capacidade de atendimento e a integração ao mercado dos consumidores ainda não atendidos, estabelecer metas, propostas e cronograma temporal para sua integração.

Antes da reforma, o planejamento era realizado de maneira conjunta com auxílio e participação de todas as empresas do setor, como dito anteriormente, sem restrição de informação. Após a reforma, torna-se necessário reformular os métodos e modelos em uso para a projeção da demanda e avaliação da participação de mercado, incluindo, agora, os aspectos competitivos do novo ambiente institucional. O mercado corresponde ao conjunto dos agentes, sendo apenas o mercado global acessível aos participantes.

O modelo assume que o despacho de energia é centralizado, com operação interligada, onde o ONS deverá receber os dados de leituras de todos os pontos de interface entre consumidores livres e concessionárias de distribuição e transmissão, obtendo, dessa forma, um conjunto mínimo de informações necessárias às suas atividades.

Nas atividades de distribuição e comercialização foi recomendada a desverticalização das empresas (exceto as de pequenos sistemas isolados) através da separação contábil, mostrando de forma clara o encargo pelo uso das redes de distribuição.

Junto à proposta de manter-se uma única área responsável pelos Estudos de Mercado, foram criados instrumentos adequados e funcionais para sistematizar e garantir o fluxo de informações de mercado, que são atualmente o Sistema de Informações de Mercado para o Planejamento do Setor Elétrico (SIMPLES), e o Sistema Integrado de Mercado (SIM), operacionalizados no âmbito do atual Comitê Técnico de Estudos de Mercado (CTEM/CCPE).

O sistema SIMPLES consiste em importante instrumento de sistematização do fluxo de informações anuais e mensais dos agentes regulados do setor elétrico referentes aos montantes de energia verificada e a previsão de evolução do comportamento do mercado e da carga própria, visando subsidiar os trabalhos do planejamento da expansão e da operação dos sistemas elétricos e do agente

regulador do setor. Este sistema substitui o sistema de Planejamento de Mercado e Tarifas (PLANTE), anteriormente utilizado e realizado pelas concessionárias em cada ciclo de planejamento setorial.

Em se tratando de planejamento do sistema elétrico de curto prazo, o principal objetivo em contexto de mercado é determinar as datas de comissionamento das instalações de geração e transmissão adequadas, para suprir o mercado de energia elétrica ao menor custo. Este planejamento operacional, a programação, o despacho e a transmissão serão realizados pelo ONS, observando os estudos de mercado.

Para a elaboração de estudos de curto prazo e a compatibilização entre os estudos do ONS e o Programa Determinativo da Transmissão, é necessário que se disponha de uma projeção de demanda de energia elétrica, considerada a Projeção de Referência. O CTEM/CCPE elabora esta projeção mediante um processo participativo dos agentes.

A capacidade de desenvolvimento de planos de médio e longo prazos, para orientar os agentes do setor e ilustrar o efeito de diferentes políticas energéticas deverá ser mantida. Além disso, pretende-se maximizar a participação do setor privado na construção de nova capacidade de geração, tanto hidroelétrica quanto termoelétrica, e satisfazer a exigência constitucional de licitação como base para outorga de novas concessões.

Assim, o planejamento da demanda é determinado pelo nível de atividade econômica, pela política de preço dos energéticos e pelas políticas de racionalização do uso da energia. São realizados desde o acompanhamento e análise de dados históricos até a elaboração de cenários. Em cada atividade, diferentes requisitos são necessários para o tratamento do arquivamento destas informações.

Em um setor elétrico regulado, conforme dito anteriormente, os estudos de mercado apresentam uma série de desafios técnicos, que demandam procedimentos especializados e exigem um fluxo de informações consistentes. Em setores elétricos competitivos, a competição fornece forte incentivo para que as empresas melhorem a qualidade de suas projeções de demanda, tanto a curto quanto a longo prazos.

Isto significa que, para um dado nível de contratação bilateral, a realização de níveis de demanda inferiores aos projetados, pode coincidir com baixos níveis de preço no mercado spot, onde a empresa deve vender suas sobras de energia. Na ocorrência do oposto, ou seja, níveis de demanda superiores aos projetados podem coincidir com altos níveis de preço no mercado spot, onde a empresa deve buscar complementação da energia contratada. Tanto num caso quanto no outro, desvios da demanda realizada em relação à projetada representam fontes de riscos financeiros e comerciais importantes, devido a isto, alguns mecanismos devem ser utilizados no intuito de reduzir desvios que ocasionam riscos graves para a empresa.

2.4 ATIVIDADE DE MERCADO NO NOVO MODELO

Em 2003, o governo federal decidiu rever as bases do modelo institucional do setor elétrico, ainda que o modelo pós reforma não tenha sido completamente implantado. Esta atitude se deu, devido a alguns dos principais objetivos do modelo não terem sido alcançados, como por exemplo: a tarifa de fornecimento, que ficou maior que o nível geral de preços da economia.

Outro motivo que influenciou esta medida do governo foi o racionamento de energia elétrica de grandes proporções, ocorrido entre 2001 e 2002, agravado pela falta de planejamento da expansão do sistema, o que desencadeou uma crise financeira, onde a inadimplência nos fluxos financeiros voltou a acontecer, refletindo-se na capacidade de geração de recursos das empresas.

Esta nova proposta de modelo, que está em fase de análise e ajustes tornou-se pública em 21 de julho de 2003, através do Ministério de Minas e Energia (MME).

O planejamento da expansão do setor elétrico, neste modelo proposto, terá papel primordial, será precedido pelo planejamento energético global, tendo como referência as projeções da Matriz Energética Brasileira. Segundo o MME (BRASIL, 2003), a execução do planejamento eletro-energético setorial ficará a cargo da Fundação de Estudos e Planejamento Energético (FEPE), nova instituição que será criada, suas funções deverão ser coordenadas, orientadas e monitoradas pelo MME.

A FEPE ficará responsável pela elaboração dos planos setoriais e em especial o planejamento da expansão do setor elétrico, que será consolidado em dois planos: o Plano de Expansão de Longo Prazo (PELP), com horizonte para 20 anos, tem ciclo de atividades quadrienal e estabelece as estratégias de expansão de longo prazo para o setor e, o Planejamento de Médio Prazo (PDE), com horizonte de 10 anos terá caráter determinativo e com ciclo de atividade anual, será desenvolvido com metodologia que contempla técnica de planejamento sob incerteza.

Também fará parte do processo de planejamento da expansão do setor elétrico, o Monitoramento das Condições de Atendimento Eletro-Energético. Esta atividade será realizada através do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), terá horizonte de cinco anos, observando um ciclo permanente de atividades, em que se definem as providências para os ajustes eventualmente necessários no programa de expansão. Esta atividade será de responsabilidade direta do MME, com participação da ANEEL, FEPE, ACEE (que será o Administrador dos Contratos de Energia Elétrica), do ONS e do OSI (Operador dos Sistemas Elétricos Isolados).

Com este novo modelo, a FEPE necessitará de estudos de mercado cada vez mais detalhados e aprimorados, com vistas a avaliar a demanda por energia elétrica que justificará a expansão do sistema para o PELP. Para o PDE, deverá realizar estudos de mercados, analisando diversos cenários, necessários para a formulação de estratégias para a expansão do sistema no horizonte decenal.

Nesta proposta de modelo, as empresas distribuidoras deverão contratar toda sua demanda de energia prevista para o horizonte de cinco anos, assim como, os grandes consumidores, também, firmam contratos de cinco anos para suas necessidades de suprimento. Se um consumidor desejar optar por suprimento através de outra empresa, seja ela distribuidora, comercializadora ou autoprodutor, terá que avisar seu atual supridor, com antecedência de cinco anos, tempo suficiente para ajustes no planejamento da expansão do setor.

Face a estes compromissos contratuais, as projeções de mercado tornam-se cada vez mais importantes para o planejamento. Seus desvios deverão ser

monitorados e minimizados para que as concessionárias não sofram penalidades na sub ou super contratação.

2.4.1 Mecanismos para Melhoria da Qualidade das Projeções

A melhoria da qualidade das projeções depende de vários fatores, um deles é um eficiente sistema de acompanhamento da evolução da demanda, das variáveis que a influenciam e da definição de políticas de proteção (hedge), adequadas a cada risco ou oportunidade identificados no processo de acompanhamento.

Para que esse processo seja realmente eficiente, torna-se necessário sistematizar a coleta dos dados e monitorar o comportamento do consumidor e da evolução de sua carga, para que se possa identificar falhas, desvios e suas possíveis causas.

São imprescindíveis também, o treinamento e aprimoramento das equipes técnicas, para que estas consigam identificar as imperfeições nos dados e saibam tratá-los, transformando simples dados em informações úteis ao processo.

O processo de aperfeiçoamento técnico das equipes envolve três possibilidades: o efeito aprendizagem, que gera motivações individuais e tecnologia da informação; a aprendizagem organizacional e dinâmica do sistema de produção; e a aprendizagem organizacional e sistemas de informação.

A aprendizagem organizacional leva a uma acumulação de conhecimento na organização, cujos efeitos não desaparecem com a saída de agentes que estavam na origem do processo. É importante que toda organização se engaje no processo de aprendizagem.

É também, imprescindível o estudo de cenários macroeconômicos prospectivos para a estimativa da evolução futura do mercado de energia elétrica, pois, o crescimento futuro do mercado de energia elétrica depende do comportamento da economia, de como ela se desenvolve.

A técnica da construção de cenários é uma abordagem prospectiva e probabilística, se baseia na idéia de que não existe apenas um futuro, mas vários futuros possíveis, sendo um mecanismo que permite a construção de um futuro a partir de mudanças nas áreas social, econômica, política, tecnológica e energética, buscando-se a melhor realidade. Segundo a Macroplan (2001), a técnica de cenários constitui-se numa antevisão de sociedade em causa, ou seja, na descrição minuciosa e exaustiva da evolução provável e da situação prospectiva dos fatores internos e externos que atuam sobre os diferentes campos da sociedade.

Para o planejamento, os estudos de cenários permitem antecipar oportunidades, ameaças, novos desafios ou possibilidades, influenciar decisões ou investimentos de longa maturação.

Deverão ser realizados estudos mais detalhados sobre cenários, pois os estudos anteriores utilizados eram bastante superficiais.

Tem-se vários conceitos que definem cenários; é a descrição de um futuro possível, imaginável ou desejável para um sistema e seu contexto, e do caminho ou trajetória que o conecta com a situação inicial deste sistema e contexto.

De acordo com Godet (1985), cenários são jogos coerentes de hipóteses, ou seja, o conjunto formado pela descrição de uma situação de origem e dos acontecimentos que conduzem à situação com certa dose de coerência.

O propósito primário de um cenário não é o de prever o futuro, e sim, organizar, sistematizar e delimitar as incertezas explorando sistematicamente os pontos de mudança ou manutenção dos rumos de uma dada evolução de situações.

Os principais atributos ou características de qualidade da abordagem do futuro através de cenários são as seguintes:

- a) Visão global da realidade – isto acontece na medida em que a interdependência entre os fatores econômicos, sociais, políticos, tecnológicos, ambientais e energéticos, se acentua com a velocidade das mudanças.

- b) Aspectos qualitativos da realidade atual ou do futuro – a construção de qualquer cenário independe ou prescinde de elementos quantitativos.
- c) Relações entre variáveis e atores são vistas como estruturas dinâmicas – comportam mudanças qualitativas ao longo do horizonte de projeção.
- d) Concepção do futuro como motivação básica das ações e decisões do presente – as pessoas, grupos, organizações ou classes sociais são capazes de influenciar o seu próprio destino dentro de um quadro de oportunidades e restrições concretas, porém manejável por elas.
- e) Visão plural do futuro – o futuro resulta da confrontação ou cooperação de diferentes atores sociais em torno de determinados projetos e interesses. As previsões são condicionais, sua precisão depende da ocorrência de determinadas suposições ou premissas explicitadas pelo cenário adotado.
- f) Adoção de modelos conceituais, métodos qualitativos e quantitativos e visão probabilística dos fenômenos – isto vai depender da natureza dos fenômenos e variáveis consideradas e do grau de conhecimento que se tem a respeito deles.
- g) Consideração explícita dos atores envolvidos – cada cenário representa uma particular hegemonia, ou seja, o predomínio de uma aliança de determinados atores em torno de um conjunto de interesses.
- h) Pertinência, coerência, plausibilidade e credibilidade – a preocupação com o realismo e com a eficácia devem guiar a reflexão prospectiva visando a um melhor domínio da história, os cenários devem focar questões relevantes e formular verdadeiras hipóteses, a fim de assegurar coerência e plausibilidade das combinações possíveis.

A elaboração de cenários qualitativos da demanda de energia elétrica subsidia: o planejamento indicativo da expansão, o planejamento determinativo da transmissão e da distribuição, o plano de operações do ONS e as áreas de mercado das concessionárias, tendo por isso, grande importância ao processo de quantificação do consumo de energia elétrica realizado pelo CTEM/CCPE.

Os estudos sobre elasticidade devem fazer parte também dos estudos de demanda de energia elétrica, pois é baseado na elasticidade PIB/consumo de energia, que se projeta a demanda de energia.

Segundo estudos de Correia e Andrade (2001), ampliar o conhecimento sobre elasticidade-preço da demanda de energia é fundamental para a estabilização do mercado de energia elétrica, sob pena da conjunção de previsões elevadas com indisponibilidade de oferta, resultar em preço muito elevado. Apesar do consenso de que a demanda de energia elétrica tenha comportamento fortemente inelástico, é conveniente analisar como o desempenho desta poderia ser concebido de modo a não tornar mais intensa a inelasticidade inerente às tecnologias de consumo, controle e medição.

Durante o racionamento de energia elétrica pode-se observar o mecanismo de ajuste do mercado à redução compulsória do consumo. Correia e Andrade (2001) chegam à conclusão que a existência de cotas de consumo indica uma demanda agregada formada a partir de classes de consumo com elasticidades diferentes entre si. Então, é impossível que todas as classes sejam perfeitamente inelásticas.

Torna-se importante e necessário que sejam realizados estudos quantitativos, que possam contribuir para a estimativa da elasticidade da demanda de energia elétrica.

2.5 PERSPECTIVAS DA ATIVIDADE DE MERCADO

Diante das mudanças freqüentes no mercado de energia, da integração de empresas privadas ao setor elétrico, do aparecimento de consumidores livres no mercado consumidor das empresas distribuidoras/comercializadoras e especialmente devido a dinâmica dos sistemas econômicos e energéticos, a projeção de demanda de energia elétrica torna-se mais importante, necessária e complexa, pois envolverá decisões de caráter estratégico, requerendo modelos que considerem a dinâmica do comportamento econômico, das empresas e dos consumidores.

Para o planejamento da expansão as projeções são imprescindíveis, pois delas dependem uma série de decisões como, por exemplo, investimentos na geração, para aumentar a oferta, a fim de atender a demanda; a expansão da transmissão e da distribuição. Isso para atender com qualidade e com menor custo o consumidor.

O futuro do setor energético é composto de grande incerteza, pois depende de vários acontecimentos em diversas áreas, posicionamentos e ações dos atores.

Segundo Matsudo (2001), deve-se levar em consideração que na tentativa de modelar o contexto energético do setor, são questionadas quais informações seriam necessárias e quais variáveis seriam utilizadas nesse processo.

A quantificação necessária das informações e cálculos para determinar a realidade energética é bastante complexa e de difícil conceituação e combinação, assim como há os riscos que envolvem a qualidade dos dados e o tamanho insuficiente das séries históricas disponíveis.

2.6 CONCLUSÃO

Neste capítulo foram enfatizadas as finalidades dos estudos de mercado, sua importância nas áreas de planejamento das empresas do setor elétrico, sejam elas de geração, transmissão, distribuição e comercialização, no período que antecede a reforma setorial, após a reforma e no modelo proposto. Ainda neste capítulo, foi demonstrada a estrutura organizacional do planejamento nos dois primeiros períodos citados.

É baseado nos estudos de mercado que as áreas de planejamento expandem o sistema como um todo, na busca da adequação da oferta de energia com a demanda do mercado.

Diante do que foi demonstrado chega-se a conclusão que as atividades de mercado pós reforma e, principalmente, no modelo proposto ganham maior importância, diante do ambiente de incertezas e que o setor elétrico está inserido, onde as empresas buscam condições diferenciadas para manter seus grandes

consumidores, devido à condição de livres, onde podem escolher o seu fornecedor sem barreiras de distância, no menor preço que for oferecido.

As empresas necessitam obter projeções de demanda de energia elétrica mais apuradas, com modelos que reflitam os aspectos, econômicos, sociais, políticos e do comportamento do consumidor, para que possam agir de forma estratégica com relação à captação e manutenção de consumidores no seu mercado. Para isto é preciso a utilização de mecanismos que possam contribuir para a melhoria destes estudos de mercado, como por exemplo: um maior aprimoramento da sua equipe técnica, para que estas consigam identificar as imperfeições nos dados e saibam tratá-los, transformando-os em informações úteis ao processo, também é imprescindível a sistematização da coleta de dados, o acompanhamento da evolução da demanda e o monitoramento do comportamento do consumidor.

A projeção de demanda de energia elétrica para o planejamento no contexto do modelo institucional proposto é imprescindível e deve ser o mais preciso possível devido às penalidades que serão impostas as distribuidoras, mediante grandes desvios encontrados.

No capítulo seguinte, descreve-se a metodologia de projeção de demanda de energia elétrica tradicional, comumente usada no setor, que é baseada na Portaria 760 do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE), e a nova metodologia proposta, que complementa a metodologia tradicional com a agregação de novas variáveis e desagregação dos grandes consumidores.

CAPÍTULO III - METODOLOGIA PARA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Neste capítulo é descrita e analisada a metodologia tradicional de projeção de demanda de energia elétrica utilizada pelo setor, suas limitações, os efeitos da reforma nas projeções de mercado e as propostas para aperfeiçoamento do modelo, realizadas pela equipe do Comitê de Revitalização do Modelo do Setor. Também será descrita a proposta da nova metodologia de projeção de demanda de energia elétrica desenvolvida para a COELBA, concessionária distribuidora de energia elétrica.

3.1 METODOLOGIA TRADICIONAL

A metodologia de projeção de mercado utilizada na maior parte das empresas do setor elétrico atualmente é baseada na Portaria 760 do DNAEE de 1976. Esta metodologia tem uma abordagem extrapolativa e determinística. Este tipo de abordagem faz extrapolação de tendências do passado pela aplicação de análises de séries temporais, é fundamentada na hipótese de que o futuro pode ser antevisto mediante análise do passado.

3.1.1 Premissas Básicas de Mercado

Para a elaboração das premissas básicas de mercado é necessária a modelagem de cenários macroeconômicos, através de estudo e mapeamento das incertezas, e da construção de vários futuros possíveis, plausíveis e prováveis, os

quais subsidiarão os cenários para o consumo de energia elétrica através de análises de sensibilidade e aplicação da relação Produto Interno Bruto (PIB) consumo de energia.

3.1.2 Cenários Macroeconômicos – PIB

São montados cenários macroeconômicos para o estado e para o país, no intuito de identificar as principais incertezas, impactos e perspectivas da situação econômica, social e demográfica atual e futura. Esses cenários geram as taxas de crescimento do PIB.

3.1.3 Cenários para o Consumo de Energia Elétrica

Para a cenarização do consumo de energia, utiliza-se uma elasticidade consumo de energia/PIB. Esta elasticidade deverá ser sempre revista, através do comportamento passado.

3.1.4 Coleta e Análise de Dados

É a obtenção de dados e informações necessárias para o início do processo de projeção. Alguns dados são de grande importância para o início das projeções, como: série histórica anual, informações sobre autoprodutores e grandes consumidores.

3.1.5 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo é realizada para todas as classes de consumo, junto aos grandes clientes, de acordo com as especificações de cada concessionária. A pesquisa é realizada através de entrevista direta ou por telefone, em toda a área de

concessão da empresa para clientes existentes e potenciais. Sua periodicidade deve ser anual, com acompanhamento contínuo.

Para os consumidores potenciais, ou seja, aqueles que estão se instalando ou ainda estão com intenção de se instalar no Estado ou área de concessão, obtêm-se informações através das secretarias de governo, bancos ou órgãos oficiais de desenvolvimento, revistas e jornais.

3.1.6 Metodologia Tradicional para Projeção Anual por Classe de Consumo

3.1.6.1 Classe Residencial

A projeção de consumo da classe residencial tem sido tradicionalmente obtida pelo produto (número de consumidores x consumo por consumidor residencial), conforme esquematizado na Figura 3.

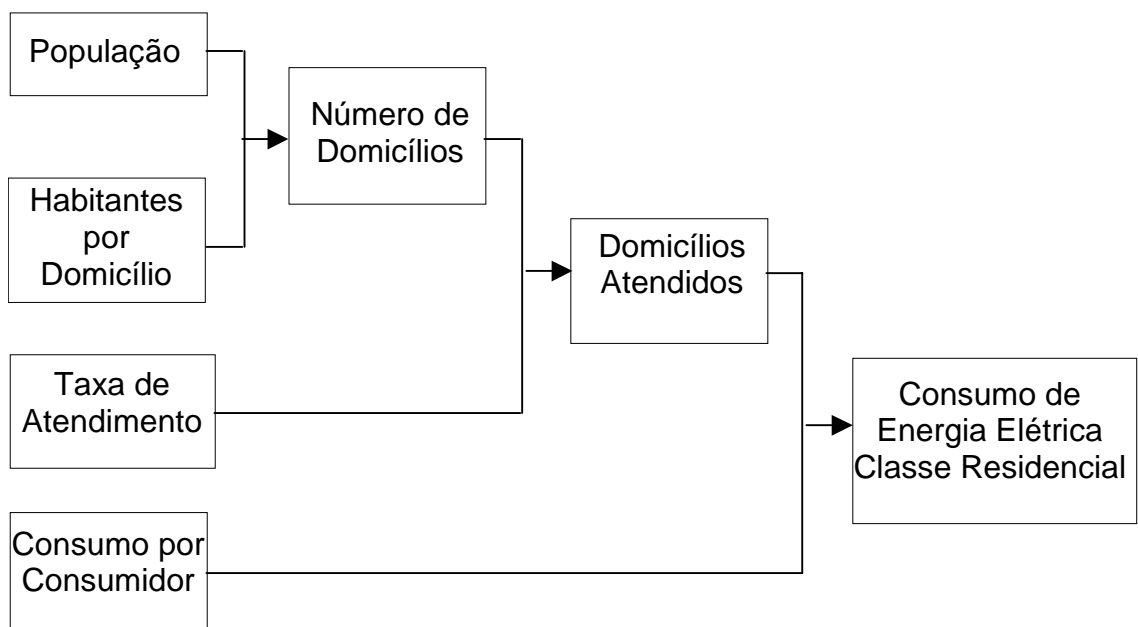


Figura 3 - Projeção de Consumo Residencial: metodologia tradicional

O consumo por consumidor residencial é obtido pela análise da tendência histórica, com correção dos efeitos de programas de ligação de consumidores de baixa renda, na medida em que a absorção de novos consumidores com baixo nível

de consumo tende a baixar o consumo médio (COELBA DE/AME,1990). O uso da tendência histórica visa também, secundariamente, evitar descontinuidades na projeção.

O número de consumidores é projetado com base na evolução do número de domicílios, resultante de estudos demográficos, e na projeção da taxa de atendimento, que relaciona o número de consumidores residenciais com o número total de domicílios. O número total de domicílios, por sua vez, incorpora o número de domicílios projetado no estudo demográfico, levando em conta programas governamentais de construção de conjuntos habitacionais e a evolução de áreas urbanas, geralmente marcadas por expansão acentuada da densidade populacional.

3.1.6.2 Classe Industrial

A projeção de consumo da classe industrial engloba o consumo de todos os tipos de indústrias pertencentes ao setor industrial. Para fins de projeção, as indústrias têm sido desagregadas em dois segmentos: grandes indústrias (grandes consumidores) e indústrias tradicionais, segundo Faria (1993), conforme mostra a Figura 4.

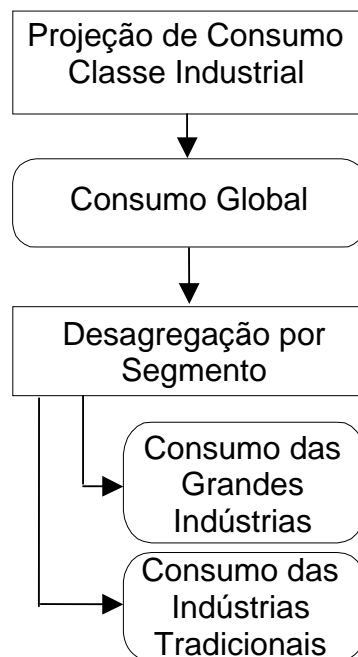


Figura 4 - Projeção de Consumo Industrial: metodologia tradicional

Os critérios adotados para a desagregação do consumo industrial é o seguinte:

- a) grandes indústrias ou indústrias especiais, geralmente eletro intensivas;
- b) indústrias tradicionais, que representam as indústrias não enquadradas como grandes consumidores.

O consumo das indústrias tradicionais (consumo tradicional) é projetado conforme as perspectivas de evolução do PIB, considerando a elasticidade entre o PIB e o consumo de energia elétrica próximo de um. Considera-se também a tendência histórica do segmento.

Existem algumas externalidades, como programas especiais com incentivos governamentais (implantação de pólos industriais, p. ex.). Neste caso, o consumo de energia elétrica é estimado de forma individualizada, por analogia com outros pólos do mesmo ramo de atividade, e posteriormente agregado à projeção global do segmento tradicional.

Nos seis primeiros anos, o consumo das grandes indústrias (consumo especial) é projetado através de pesquisa direta junto aos grandes consumidores; para os anos subsequentes, é projetado de forma similar ao segmento tradicional, ou seja, com base no PIB.

3.1.6.3 Classe Comercial

De acordo com a Portaria 760 do DNAEE de 1976, a projeção de consumo da classe Comercial agrega o consumo de atividades voltadas ao comércio ou à prestação de serviços em geral, como por exemplo, lazer, educação, saúde, entre outras. Para fins de projeção, esta classe tem sido desagregada em dois segmentos: comercial especial (grandes consumidores) e comercial tradicional, conforme mostra a Figura 5.

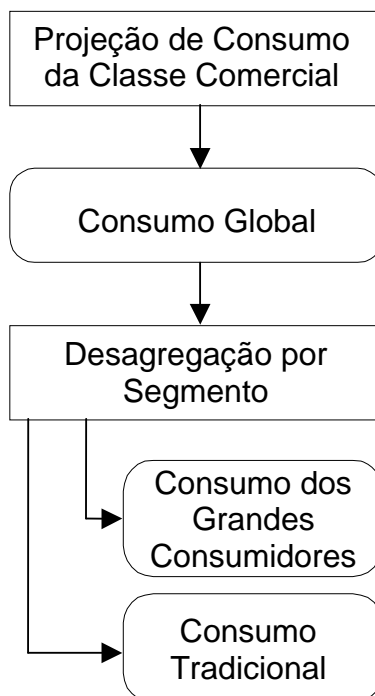


Figura 5 - Projeção de Consumo Comercial: metodologia tradicional

O critério adotado para a desagregação do consumo comercial é o mesmo adotado para a classe industrial.

A crescente utilização de eletrodomésticos, a difusão da climatização de ambientes, a disseminação do uso de computadores pessoais para uso doméstico ou profissional, associada à descentralização dos ambientes de trabalho, entre outros fatores, faz com que o consumo comercial tradicional (consumo tradicional) apresente alto grau de correlação com o consumo da classe residencial. Isto explica porque o consumo comercial é projetado por correlação com o consumo residencial, levando em conta, também, a tendência histórica do segmento.

O incremento de demanda associado a programas especiais de incentivos, seja de origem governamental (universalização, p.ex.), seja estimulado por setores comerciais e industriais (implantação de *shopping centers*, p.ex.) em geral não se enquadram no consumo tradicional e devem ser estimados de forma individualizada. Deste modo, esta demanda é projetada por analogia com outros estabelecimentos (centros comerciais, p.ex.) do mesmo ramo de atividade e posteriormente agregado à projeção global do segmento tradicional.

A demanda de grandes consumidores (consumo especial) é projetada a partir de resultados de pesquisas junto aos clientes. Alternativamente, podem ser utilizados os valores de contrato de suprimento destes consumidores junto à concessionária local, para o horizonte destes contratos; para os anos seguintes, esta demanda é projetada por correlação com o consumo residencial.

3.1.6.4 Classes Poderes Públicos e Iluminação Pública

A projeção do consumo das classes Poderes Públicos e Iluminação Pública é feita também por correlação com o consumo residencial, com exceção dos grandes consumidores, que são projetados individualmente. De forma similar aos grandes consumidores industriais e comerciais, esta projeção individual se apóia em pesquisa direta junto aos clientes.

Para a classe Iluminação Pública, além da técnica anterior, pode-se utilizar a informação disponível sobre a expansão dos serviços de iluminação, bem como a extrapolação de dados históricos. A projeção desta classe pode ser realizada também através da relação entre a demanda efetiva (Watt) de iluminação pública e o número de consumidores residenciais, levando em consideração o histórico da classe.

3.1.6.5 Classe Serviços Públicos

A classe Serviços Públicos é separada, para fins de projeção, em dois segmentos: Água, Esgoto e Saneamento e Tração Elétrica. O primeiro segmento é subdividido, por sua vez, em consumo tradicional e grandes consumidores. A Figura 6 ilustra as formas de desagregação realizadas na projeção de consumo desta classe.

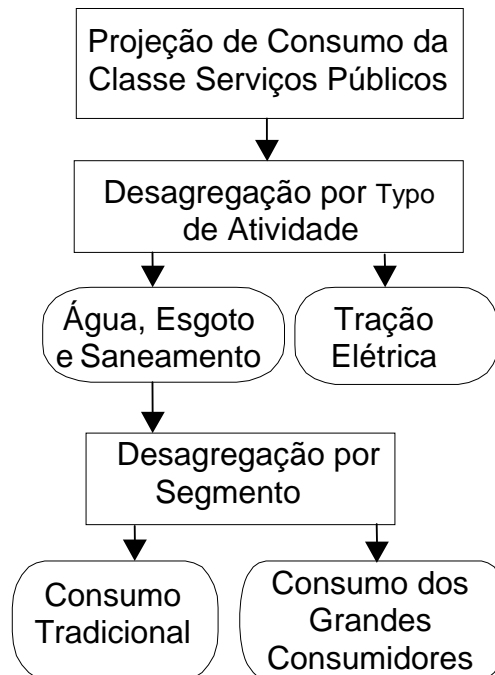


Figura 6 – Projeção de Consumo da Classe de Serviços Públicos: metodologia tradicional

Nos seis primeiros anos, o consumo dos grandes consumidores é projetado a partir de pesquisa direta junto aos consumidores, ou estimado a partir de informações da carga contratada para o período; para os anos seguintes, é projetada por correlação com o consumo residencial. O consumo tradicional é projetado por correlação com o consumo residencial ou por extrapolação da tendência histórica deste segmento.

O segmento Tração Elétrica é projetado a partir da evolução histórica verificada e através de pesquisa sobre programas de instalação e expansão desse serviço.

3.1.6.6 Classes Rural e Próprio

O consumo Rural é projetado a partir da tendência histórica, das perspectivas de crescimento do PIB do setor primário e dos programas de eletrificação rural das concessionárias, cooperativas e órgãos municipais, regionais e federais.

O consumo Próprio se refere à energia consumida pela concessionária, é projetado levando-se em consideração as ampliações das unidades físicas da empresa, mantendo coerência com a participação no consumo total observados no histórico.

3.1.6.7 Classe Irrigação

Esta classe é dividida também em consumo tradicional e grandes consumidores, conforme mostra a Figura 7. O consumo tradicional é projetado com base na variação do PIB do setor primário, levando em consideração a tendência histórica.

Os grandes consumidores são avaliados e, para os seis primeiros anos de projeção, considera-se a carga de contrato do consumidor ou informações de pesquisa junto ao cliente, como também programas de órgãos federais, governamentais e municipais.

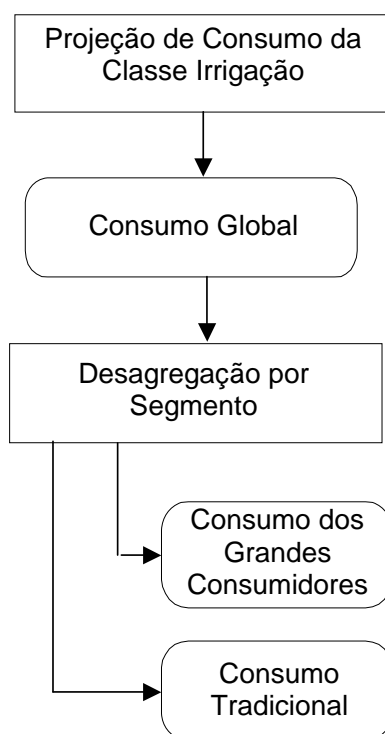


Figura 7 - Projeção de Consumo Irrigação: metodologia tradicional

3.1.6.8 Consumo Total

O consumo total é obtido através do somatório de todas as classes de consumo.

3.1.7 Limitações da Metodologia Tradicional

O novo ambiente de negócios do setor elétrico brasileiro torna necessário reformular a metodologia tradicional para projeção da demanda da classe residencial, por diversos motivos, descritos a seguir.

- a) A metodologia tradicional não reflete a atitude do consumidor frente a incentivos à racionalização do uso da energia elétrica, por exemplo, que gera relações causa-efeito entre a evolução da demanda e as ações da concessionária, formando laços de realimentação.
- b) Precariedade da metodologia tradicional no que se refere a variações de demanda associadas a fenômenos cíclicos, tendências e outros fatores responsáveis pelas flutuações da demanda do sistema.
- c) Os modelos tradicionais pressupõem que o comportamento futuro das variáveis pode ser projetado a partir da análise dos dados do passado, não levando em conta relações de causalidade (BAJAY, 1983).
- d) Os modelos econométricos relacionam o consumo a índices econômicos, acarretando dificuldades quanto à separação entre as relações causais das relações que derivam de coincidências de comportamento das séries históricas.
- e) As técnicas econométricas exigem grandes volumes de dados, nem sempre disponíveis com o grau de qualidade adequado.
- f) A análise de regressão não estabelece uma relação estrutural entre variáveis explicativas e consumo de energia, o que dificulta a eliminação de variáveis que não afetam o comportamento do consumo.
- g) A metodologia tradicional trata as classes de consumo de maneira agregada, o que traz algumas limitações para as empresas

distribuidoras/varejistas (D/V) em ambiente competitivo. Por ser agregada, não separa o consumidor livre do cativo, dificultando para a distribuidora prever suas reais necessidades de contratação de energia (SCHUCH, 2000).

- h) A metodologia tradicional não segmenta os grandes consumidores por nível de tensão, não sendo possível a identificação da evolução do consumo por tensão de fornecimento (SCHUCH, 2000).

Apresenta-se mais adiante, na seção 3.2, uma proposta de nova metodologia, realizada para uma concessionária distribuidora de energia da região Nordeste, a COELBA, que considera padrões de comportamento, realimentação de informações, entre outros fatores, superando algumas das dificuldades encontradas com as técnicas em uso.

3.1.8 Efeitos da Reforma Sobre a Metodologia de Planejamento

A completa implantação da reforma setorial tem conseqüências tanto pelo lado da oferta, através do desmembramento vertical das atividades de geração, transmissão e distribuição, quanto pelo lado da demanda, através de uma nova segmentação do mercado consumidor, como já dito anteriormente.

O desmembramento vertical das empresas de energia elétrica fará com que as atividades de caracterização e projeção da demanda, anteriormente realizadas de forma integrada, passem a ser desenvolvidas por empresas especializadas em geração, comercialização e D/V, que têm objetivos distintos. No segmento de geração, cujo objetivo é a gestão competitiva dos ativos correspondentes (planejamento, construção, operação e manutenção), a demanda a ser atendida dependerá dos contratos de venda de energia entre empresas e seus clientes. No segmento de comercialização, a demanda a ser atendida dependerá de contratos firmados entre: geradoras, distribuidoras e consumidores livres. Já no segmento de distribuição e varejo (D/V), cujo objetivo é o atendimento regulado de consumidores,

a determinação da demanda a ser atendida é mais complexa e envolve decisões de caráter estratégico.

Esta complexidade está ligada aos consumidores livres, que poderão optar por fornecimento a partir de geradoras ou comercializadoras externas à área de concessão de sua supridora tradicional, a partir de níveis de tensão e de demanda especificados pelo órgão regulador. Consumidores não enquadrados como livres permanecem cativos.

Em conseqüência, o objetivo dos estudos de demanda de energia elétrica, no novo modelo institucional, deve ser reformulado, não só para desvincular a caracterização e projeção de demanda do conceito de área de concessão, mas também para levar em conta aspectos estratégicos das empresas D/V.

3.1.9 Revitalização do Setor Elétrico Brasileiro

O Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, criado no âmbito da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), elaborou propostas para aperfeiçoamento do modelo do setor com 33 temas. Dentre os temas propostos, salienta-se, pela sua importância para o presente projeto de pesquisa, o tema 16, que trata dos consumidores livres e cativos e influencia diretamente a projeção da demanda industrial.

Pelas regras atuais, os consumidores livres podem optar por continuar com tarifa regulada, e esta situação deverá se manter até o ano de 2005, pelas seguintes razões:

- a) os contratos iniciais têm preços inferiores a qualquer nova fonte de geração disponível para contratação pelos consumidores livres, sendo que até 2005 ainda existirá 25% da energia dos mesmos;
- b) na estrutura tarifária atual, existe um subsídio cruzado entre as classes de consumo, que favorece as tarifas do segmento industrial (grande parte do qual é composto por consumidores livres), onerando o segmento residencial (consumidores cativos);

- c) ainda com relação a atual estrutura, as tarifas de ponta subsidiam as de fora de ponta, incentivando os consumidores a gerarem ou comprarem de produtores independentes a energia de ponta, continuando com tarifas reguladas fora de ponta, o que prejudica as distribuidoras;
- d) os atuais contratos dos consumidores livres, não contêm cláusulas relativas a qualquer limitação de quantidades contratadas de energia. Isto cria problemas para as distribuidoras, que não podem projetar com um mínimo de precisão quanto deverão contratar de energia.

Diante disso, concluiu-se que é necessário incentivar o processo de transformação de consumidores cativos em livres, através de mudanças na estrutura tarifária. De uma forma geral, as propostas do comitê tem-se pautado pelas seguintes medidas:

- a) consumidores com carga acima de determinado nível (10 MW, p.ex.), que queiram continuar na condição de cativos, pagarão uma tarifa de energia equivalente ao valor máximo entre o Valor Normativo (VN) e o preço do MAE (PMAE);
- b) a aplicação desta medida acompanhará o cronograma dos contratos iniciais. Assim, em 2003, 25% da demanda do consumidor enquadrado nesta categoria estaria exposta à tarifa mencionada; em 2004, 50% e 75% em 2005;
- c) criação de exigência para que os contratos dos consumidores com as distribuidoras contenham cláusula de valores de energia contratada para os diversos períodos de apuração do MAE. Para isso, é preciso que a ANEEL estabeleça uma tarifa de ultrapassagem de energia, bem como o cronograma para implantação desta medida nas diversas classes de tensão; a longo prazo, esta medida poderá ser estendida para todos os consumidores ligados em alta tensão;
- d) promover a reestruturação das tarifas de ponta e fora de ponta;
- e) manter o limite atual de 3 MW para os consumidores que podem optar pela livre negociação, mas estabelecer um cronograma para diminuir este

limite ao longo dos próximos 5 a 10 anos. O mesmo deverá ocorrer para consumidores que não terão acesso à tarifa regulada;

- f) estudar a possibilidade de criar um conjunto de consumidores para o exercício da opção de consumidor livre, que poderiam contratar seu suprimento diretamente com geradoras ou comercializadoras, a preços livremente negociados, atribuindo a ANEEL a competência de regulamentar este tema.

3.2 METODOLOGIA PROPOSTA

3.2.1 Metodologia Proposta por Classe de Consumo

3.2.1.1 Classe Residencial

A metodologia proposta contempla melhorias na metodologia tradicional, através da consideração e simulação de novos fatores (tarifa, PIB, conservação) que interagem entre si. A nova metodologia seguirá a metodologia tradicional com enfoque em estudos de cenários, agregação de novas variáveis como variação de preço, renda e programas de conservação de energia ou racionalização, contribuindo assim para uma melhor identificação do comportamento do consumo.

A Figura 8 ilustra o processo de realimentação (ARACIL; GORDILLO, 1997) entre os fatores que compõem a nova metodologia.

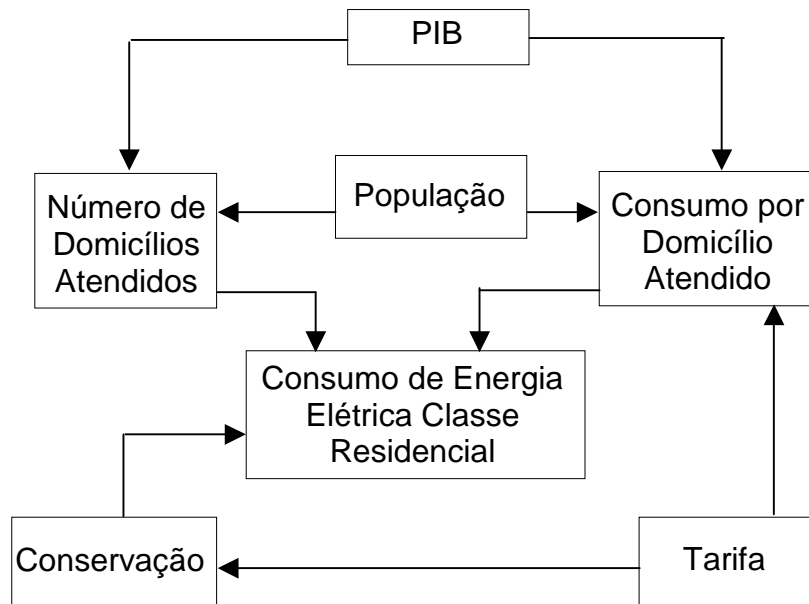


Figura 8 - Projeção de Consumo Residencial: metodologia proposta

A metodologia proposta contém as inter-relações entre os vários fatores que influenciam o crescimento do consumo e que por ele são influenciados. Um aspecto que faz parte destes laços são os atrasos, tanto em termos de grandezas físicas como de informação (ALVES; MOROZOWSKI; SCHUCH, 1997). Portanto, uma ação ou decisão que ocorre em um determinado instante, poderá ocasionar conseqüências após passado certo tempo.

Um exemplo desta situação é o impacto do reajuste de tarifas de energia elétrica no consumo, pois em geral há um atraso na mudança do comportamento do consumidor. Esta situação pode ser representada no modelo, através dos laços que interconectam as variáveis relativas ao cálculo de consumo e de tarifas, ou seja, a informação é tratada de forma endógena ao modelo.

Estas são algumas das diferenças entre a metodologia tradicional e a proposta, conforme mostradas na Figura 3 e na Figura 8, respectivamente.

3.2.1.1.1 Modelo Matemático para a Projeção do Consumo de Energia Elétrica da Classe Residencial

A renda per capita é a relação entre o PIB e a população, cuja equação é apresentada a seguir:

$$RPC_i = \frac{PIB_i}{Pop_i} \quad (1)$$

Onde:

i = índice do ano de projeção

RPC_i = renda per capita [R\$/hab.]

PIB_i = cenário do produto interno bruto no ano i [R\$]

Pop_i = cenário populacional no ano i [hab]

As variáveis consumo por residência, taxa de atendimento, habitantes por domicílio e conservação são obtidas por ajustes de curva. Estas variáveis são representadas, respectivamente, por: $CPR2_i$ [MWh/dom], TA [%a.a.], $Habd$ [hab/dom] e $Conserv$ [MWh].

O número total de domicílios atendidos é a relação entre a população e o número de habitantes por domicílio. A expressão [2] mostra esta relação.

$$NTD_i = \frac{Pop_i}{Habd_i} \quad (2)$$

Onde:

NTD_i = número total de domicílios no ano i [domicílios]

$Habd_i$ = habitantes por domicílio no ano i [hab/dom]

O número de domicílios atendidos depende do número total de domicílios, da taxa de atendimento e da externalidade (domicílios atendidos resultantes de programas sociais), ou seja:

$$NDA_i = NTD_i \cdot TA_i + Exter_i \quad (3)$$

Onde:

NDA_i = número de domicílios atendidos no ano i [domicílios];

NTD_i = número total de domicílios no ano i [domicílios];

TA_i = taxa de atendimento no ano i [%a.a.]

$Exter_i$ = externalidades no ano i [domicílios]

O efeito da renda no consumo é dado pela taxa de crescimento da renda em um determinado período, como está demonstrado a seguir:

$$ER_i = \frac{RPC_i}{RPC_{i-k}} \quad (4)$$

Onde:

ER_i = efeito da renda no ano i [%]

RPC_i = renda per capita no ano i [R\$/hab]

RPC_{i-k} = renda per capita no ano $i - k$ [R\$/hab]

k = atraso no tempo considerado no cálculo da taxa de crescimento da renda [anos]

Alterações na renda do consumidor têm efeito no consumo por residência. Estas alterações são representadas pela expressão [5].

$$CPR1_i = CPR2_i + CPR2_i \cdot ER_i \quad (5)$$

Onde:

$CPR1_i$ = consumo por residência considerando somente a renda no ano i [MWh/dom]

$CPR2_i$ = extrapolação do consumo por residência no ano i [MWh/dom]

ER_i = efeito da renda no ano i [%]

A tarifa é outro fator de influência no consumo residencial. Esse efeito é representado através da elasticidade entre consumo e tarifa, que por sua vez, ocorre após determinado tempo. Por conseguinte, tem-se:

$$ET_i = Tar Pr oj_{i-n} \cdot Elast \quad (6)$$

Onde:

ET_i = efeito da tarifa [%]

$Tar Pr oj_{i-n}$ = cenários tarifários [R\$/MWh]

n = atraso no tempo considerado no efeito da tarifa [anos]

$Elast$ = elasticidade do consumo em relação à tarifa [MWh/R\$]

O consumo final por residência depende da eficientização e do efeito da tarifa, sendo dado por:

$$CPR_i = CPR1_i - CPR1_i \cdot (ET_i + Eficient) \quad (7)$$

Onde:

CPR_i = consumo final por residência [MWh/dom]

$CPR1_i$ = consumo por residência considerando somente a renda no ano i [MWh/dom]

ET_i = efeito da tarifa [%]

$Eficient$ = eficientização [%]

Define-se, então, o consumo global da classe residencial como:

$$CR_i = CPR_i \cdot NDA_i - Conserv \quad (8)$$

Onde:

CR_i = consumo global da classe residencial [MWh]

CPR_i = consumo final por residência [MWh/dom]

NDA_i = número de domicílios atendidos no ano i [domicílios];

$Conserv$ = conservação [MWh].

3.2.1.2 Classes Industrial, Rural e Irrigação

A metodologia proposta complementa a metodologia tradicional desagregando os consumos: industrial, rural e irrigação por nível de tensão e por tipo de consumidor, com utilização do PIB desagregado por setor, no caso da classe industrial o PIB do setor secundário, no caso da classe rural e irrigação o PIB do setor primário, como ilustrado na Figura 9.

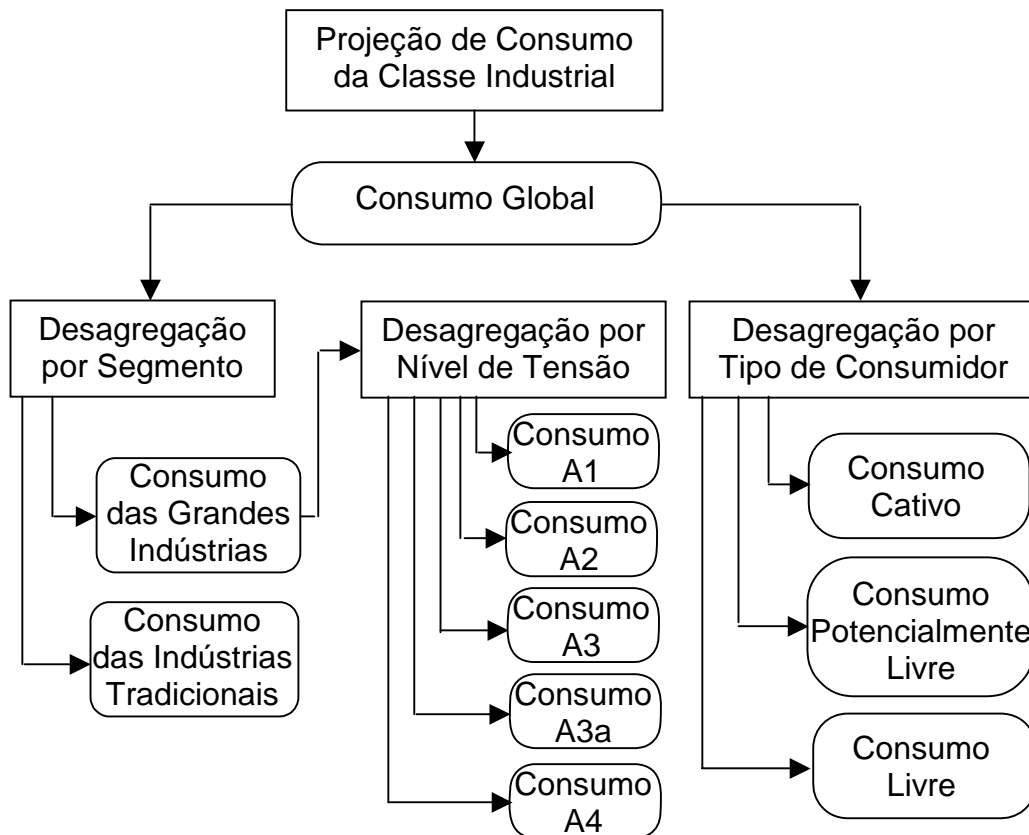


Figura 9 - Projeção do Consumo Industrial, Rural e Irrigação: metodologia proposta

A projeção por nível de tensão será realizada para os níveis compreendidos entre A1 e A4, que correspondem às seguintes tensões: A1 – 230 kV; A2 - 138 kV; A3 - 69 kV; A3a – 34,5 kV; e A4 – 13,8 kV.

Nestes níveis encontram-se os grandes consumidores e, basicamente, os consumidores livres. Esses últimos, assim qualificados de acordo com a legislação atual e as medidas propostas pelo Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico (2002).

Neste projeto, a desagregação por tipo de consumidor será realizada com base nos critérios vigentes (Lei 9.074/95), isto é, segundo as características de tensão e demanda de cada consumidor, como mostra o Quadro 1, considerando, ainda, consumidor potencialmente livre - 1 ano antes de terminar o contrato com a empresa D/V atual; consumidor livre - ano em que termina o contrato com a empresa D/V atual.

CONSUMIDOR	CONDIÇÃO	VIGÊNCIA
Livre (atual)	$\geq 3 \text{ MW} / \geq 69 \text{ kV}$	Imediata, respeitados os contratos vigentes
Livre (atual e novo)	Independentemente de características de tensão e demanda, quando a solicitação de fornecimento não puder ser atendida em até 180 dias após a solicitação, por parte da distribuidora local.	Imediata
Livre (novo)	$\geq 3 \text{ MW} / \text{Qualquer tensão}$	Imediata
Livre (atual e novo)	$\geq 500 \text{ KW} / \text{Qualquer tensão (PCHs)}$	Imediata
Cativo (atual e novo)	Consumidores não enquadrados nos critérios anteriores, de qualquer classe de consumo, independentemente de características de tensão e demanda.	Imediata

Quadro 1 - Critérios para Consumidores Livres e Cativos (Lei 9.074)

Nota: Adaptado de Schuch (2000).

Este detalhamento permitirá identificar as diferentes parcelas do consumo industrial, rural e irrigação, possibilitando à empresa elaborar suas estratégias para manter sua base de consumidores ou mesmo ampliar seus consumos.

3.2.1.2.1 Modelo Matemático para Projeção de Consumo de Energia Elétrica das Classes Industrial, Rural e Irrigação

3.2.1.2.1.1 Formulação matemática para a projeção do consumo tradicional

O valor do consumo projetado para os consumidores tradicionais é obtido através da expressão (1).

$$Ct_i = Ct_{i-1} \cdot (1 + TP_i) + E_i \quad (1)$$

Onde:

i = índice do ano de projeção;

Ct_i = consumo industrial (ou rural ou irrigação) tradicional projetado para o ano i [MWh];

Ct_{i-1} = consumo industrial (ou rural ou irrigação) tradicional no ano $i-1$ [MWh];

TP_i = taxa de crescimento do PIB no ano i [%];

E_i = externalidades no ano i [MWh].

3.2.1.2.1.2 Formulação matemática para a projeção do consumo dos grandes consumidores

- a) Projeção dos grandes consumidores para os seis primeiros anos do intervalo de estudo

$$Cep_i = FCp_i \cdot Hp_i \cdot Dp_i + Exp_i \quad (2)$$

$$Cef_i = FCf_i \cdot Hf_i \cdot Df_i + Exf_i \quad (3)$$

Onde:

Cep_i = consumo projetado dos grandes consumidores industriais (ou rural ou irrigação) na ponta no ano i [MWh];

Cef_i = consumo projetado dos grandes consumidores industriais (ou rural ou irrigação) fora da ponta no ano i [Mwh];

FCp_i = Fator de carga na ponta no ano i ;

FCf_i = Fator de carga fora da ponta no ano i ;

Hp_i = Número de horas na ponta no ano i [horas/ano];

Hf_i = Número de horas fora da ponta no ano i [horas/ano];

Dp_i = Demanda na ponta contratada para o ano i [MW];

Df_i = Demanda fora da ponta contratada para o ano i [MW];

Exp_i = Expansão na ponta no ano i [MWh];

Exf_i = Expansão fora da ponta no ano i [MWh];

- b) Projeção dos grandes consumidores a partir do sétimo ano do horizonte de projeção.

Como apresentado anteriormente, projeta-se o consumo na ponta e fora da ponta, calculados através das expressões (4) e (5), respectivamente.

$$Cep_i = Cep_{i-1} \cdot (1 + TP_i) + Exp_i \quad (4)$$

$$Cef_i = Cef_{i-1} \cdot (1 + TP_i) + Exf_i \quad (5)$$

Onde:

Cep_{i-1} = consumo dos grandes consumidores industriais (ou rural ou irrigação) na ponta do ano anterior ao ano i [MWh];

Cef_{i-1} = consumo dos grandes consumidores industriais (ou rural ou irrigação) fora da ponta do ano anterior ao ano i [MWh];

TP_i = taxa de crescimento do PIB no ano i [%];

Exp_i = Expansão na ponta no ano i [MWh];

Exf_i = Expansão fora da ponta no ano i [MWh].

3.2.1.2.1.3 Projeção total da classe industrial (ou rural ou irrigação)

O consumo total (Ce_i) do segmento dos grandes consumidores e o consumo total da classe industrial (ou rural ou irrigação) (CI_i), através de (6) e (7), respectivamente.

$$Ce_i = Cep_i + Cef_i + E_i \quad (6)$$

$$CI_i = Ct_i + Ce_i - Ef_i \quad (7)$$

Onde:

E_i = externalidades no ano i [MWh];

Ef_i = Eficientização no ano i [MWh], obtida a partir de dados do Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

3.2.1.3 Classe Comercial e Demais Classes

A metodologia tradicional para projeção da demanda trata a classe Comercial e Demais Classes (Poderes Públicos e Iluminação Pública, Serviços Públicos e Próprio) de maneira agregada, o que traz algumas limitações para seu uso em ambiente competitivo, que exige um maior conhecimento do comportamento dos consumidores. Estas limitações são as seguintes:

- a) por ser agregada, não separa o consumidor livre do cativo, o que dificulta para a distribuidora prever suas reais necessidades de contratação;
- b) a metodologia tradicional não segmenta as classes por nível de tensão, não permitindo visualizar a evolução deste segmento.

A metodologia proposta complementa a metodologia tradicional, pois busca desagregar os grandes consumidores por nível de tensão e por tipo de consumidor, como ilustrado na Figura 10.

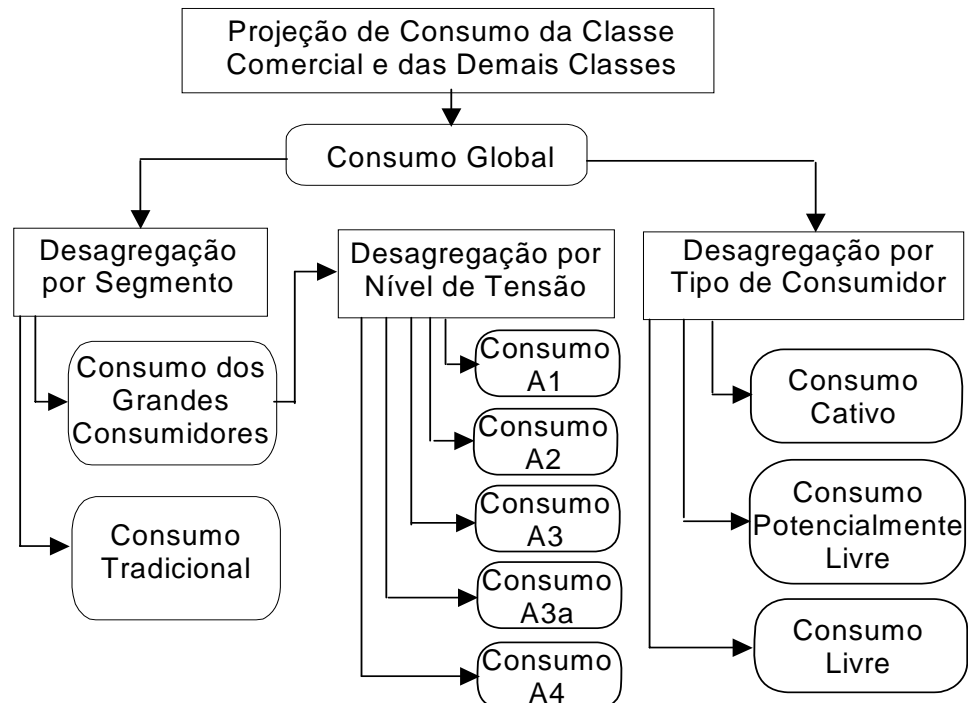


Figura 10 - Projeção de Consumo Comercial e Demais Classes: metodologia proposta

A projeção por nível de tensão deverá ser realizada para os níveis compreendidos entre A1 e A4, que correspondem às seguintes tensões: A1 – 230 kV; A2 - 138 kV; A3 - 69 kV; A3a – 34,5 kV; e A4 – 13,8 kV.

Nestes níveis encontram-se os grandes consumidores, que compõem, praticamente, a categoria de consumidores livres, de acordo com a legislação atual e as medidas propostas pelo Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico (2002).

Neste trabalho, a desagregação por tipo de consumidor será realizada com base nos critérios vigentes (Lei 9.074/95), isto é, segundo as características de tensão e demanda de cada consumidor, levando em conta os prazos contratuais destes consumidores, conforme descrito anteriormente.

Este detalhamento permitirá identificar as diferentes parcelas do consumo das classes comercial e demais classes, possibilitando a empresa elaborar suas

estratégias para manter ou mesmo ampliar sua base de consumidores e seu consumo.

3.2.1.3.1 Modelo Matemático para a Projeção do Consumo de Energia Elétrica das Classes: Comercial, Poderes Públicos, Serviços Públicos e Iluminação Pública

3.2.1.3.1.1 Formulação matemática para a projeção do consumo tradicional

O valor do consumo projetado para os consumidores tradicionais é obtido através da expressão (1).

$$CCt_i = E_i + CR_i \cdot FCorel \quad (1)$$

$$FCorel = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CCtH_i}{CRH_i}}{N} \quad (2)$$

Onde:

CCt_i = consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) tradicional projetado para o ano i [MWh]

E_i = externalidades no ano i [MWh]

CR_i = consumo global da classe residencial [MWh]

$FCorel$ = fator de correlação do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) tradicional com o residencial

$CCtH_i$ = consumo histórico da classe comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) tradicional no ano i [MWh]

CRH_i = consumo histórico da classe residencial no ano i [MWh]

N = número de anos da série histórica [anos]

i = índice de ano

3.2.1.3.1.2 Formulação matemática para a projeção do consumo dos grandes consumidores

- a) Projeção dos grandes consumidores para os seis primeiros anos do intervalo de estudo.

$$CCep_i = Exp_i + FCp_i \cdot Dp_i \cdot Hp_i \quad (3)$$

$$CCef_i = Exf_i + FCf_i \cdot Df_i \cdot Hf_i \quad (4)$$

Onde:

$CCep_i$ = projeção do consumo comercial(ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial na ponta para os seis primeiros anos correspondente ao ano i [MWh]

$CCef_i$ = projeção do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial fora de ponta para os seis primeiros anos correspondente ao ano i [MWh]

FCp_i = Fator de carga na ponta no ano i ;

FCf_i = Fator de carga fora da ponta no ano i ;

Hp_i = Número de horas na ponta no ano i [horas/ano];

Hf_i = Número de horas fora da ponta no ano i [horas/ano];

Dp_i = Demanda contratada na ponta para o ano i [MW];

Df_i = Demanda contratada fora da ponta para o ano i [MW];

Exp_i = Expansão na ponta no ano i [MWh];

Exf_i = Expansão fora da ponta no ano i [MWh].

- b) Projeção dos grandes consumidores a partir do sétimo ano do horizonte de projeção

Como apresentado anteriormente, projeta-se o consumo na ponta e fora de ponta, calculados através das expressões (5) e (6), respectivamente. As expressões (7) e (8) definem as correlações com a classe residencial.

$$CCep1_i = CR_i \cdot FCorelp \quad (5)$$

$$CCef1_i = CR_i \cdot FCorelf \quad (6)$$

$$FCorelp = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CCeHp_i}{CRH_i}}{N} \quad (7)$$

$$FCorelf = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CCeHf_i}{CRH_i}}{N} \quad (8)$$

Onde:

$CCep1_{i-1}$ = projeção do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial na ponta para os anos subseqüentes aos seis primeiros de projeção correspondente ao ano i [MWh]

$CCef1_{i-1}$ = projeção do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial fora de ponta para os anos subseqüentes aos seis primeiros de projeção correspondente ao ano i [MWh]

CR_i = consumo global da classe residencial [MWh]

$FCorelp$ = fator de correlação do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial com o residencial na ponta

$FCorelf$ = fator de correlação do consumo comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial com o residencial fora da ponta

$CCeHp_i$ = consumo histórico de ponta da classe comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) no ano i [MWh]

$CCeHf_i$ = consumo histórico fora de ponta da classe comercial (ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública) especial no ano i [MWh]

CRH_i = consumo histórico da classe residencial no ano i [MWh]

3.2.1.3.1.3 Projeção total da classe comercial, ou poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública

O consumo total (Ce_i) do segmento dos grandes consumidores e o consumo total da classe comercial (Cl_i) (ou, poderes públicos, serviços públicos e iluminação pública), através de (6) e (7), respectivamente.

$$CCe_i = CCep_i + CCef_i + E_i + CCep1_i + CCef1_i \quad (6)$$

$$CC_i = Ct_i + Ce_i - Ef_i \quad (7)$$

Onde:

E_i = externalidades no ano i [MWh];

Ef_i = eficientização no ano i [MWh], obtida a partir de dados do Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

3.3 CONCLUSÃO

Neste capítulo foram descritas a metodologia tradicional de projeção de demanda de energia elétrica, suas limitações e a metodologia proposta.

A ênfase inicial na modelagem da demanda residencial decorre da importância desta classe na demanda total da área de concessão em estudo, bem como do fato de esta ser explicativa de outros componentes da demanda, igualmente relevantes.

O programa de revitalização, ao incentivar a retomada dos investimentos, restabelecer o pleno funcionamento do mercado e atenuar impactos tarifários traz como implicações, para a concessionária D/V, a necessidade de conhecer melhor seus consumidores seja para ajustar seus contratos de longo prazo, seja para conquistar novos consumidores livres e compensar suas perdas de consumidores industriais.

A metodologia tradicional para projeção da demanda de energia elétrica, trata as classes industrial, comercial e demais classes de maneira agregada, como já dito, o que traz algumas limitações no ambiente competitivo em que o setor elétrico brasileiro está inserido.

A superação destas limitações exige um maior conhecimento do comportamento dos consumidores e a inserção deste conhecimento na metodologia de projeção da demanda de energia.

A metodologia proposta complementa a metodologia tradicional, desagregando os grandes consumidores por nível de tensão e por tipo de consumidor.

A metodologia de projeção tradicional, conquanto ainda adequada para a análise dos requisitos de demanda sob regime de monopólio regulado, mostra-se insuficiente para o tratamento desta variável quando se considera a liberdade de escolha de supridor e comportamentos estratégicos, típicos de ambientes concorrenciais.

Neste sentido, justifica-se a introdução de nova metodologia de projeção, de forma complementar à tradicional, porém capaz de representar adequadamente a dinâmica competitiva entre o comportamento da demanda e as diversas variáveis que a afetam.

CAPÍTULO IV - MODELOS PARA PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Modelos são representações da realidade, portanto, são simplificações da realidade, abstraindo aspectos irrelevantes ou incompatíveis com o tipo de representação para determinado fim. As qualidades desejáveis para um bom modelo são: transparência, flexibilidade, simplicidade, que seja um modelo completo e robusto.

A partir da revisão bibliográfica realizada por Schuch (2000), com relação a modelos para o planejamento da demanda, algumas considerações merecem ser comentadas.

Os modelos de projeção de demanda são instrumentos de apoio a decisões, utilizados principalmente pelas áreas de planejamento dos diversos agentes do setor elétrico, sejam órgãos governamentais, privados, sejam empresas distribuidoras, geradoras ou transmissoras de energia. Estas decisões são tomadas através de processos de simulação ou otimização.

Os parâmetros utilizados nesses processos são sujeitos a incertezas e variações, que são de difícil quantificação, como os parâmetros de natureza econômica e comportamental. Alguns modelos evoluíram na tentativa de capturar estes condicionantes, visando à redução dos desvios de projeção de demanda de energia elétrica.

Para trabalhar com modelos é necessária, uma análise dos objetivos e dos recursos disponíveis, para que a sua escolha seja a mais adequada. Não adianta escolher um método sofisticado e complexo se não se possui os recursos

necessários, ou seja, dados e informações adequados e confiáveis para sua utilização. Da mesma forma que, não importa ter uma quantidade de dados e informações, se não houver instrumentos avançados para sua análise.

Dos diversos modelos analisados em Schuch (2000), salientam-se alguns modelos que merecem ser comentados, por serem atualmente, os mais estudados e utilizados no setor elétrico como: os modelos Econométricos, os de Usos Finais, os Técnico-Econômicos e os Dinâmicos.

Os modelos Econométricos até pouco tempo atrás eram usados de maneira simplificada nas projeções do mercado consumidor. Esses modelos, segundo Caio e Bermann (1998), não expressavam a complexidade da teoria econômica. São compostos de equações matemáticas com abordagem essencialmente de natureza estática.

Os modelos econométricos não conseguem separar quantitativamente a participação dos principais agentes intervenientes. Parte-se do pressuposto, que a relação entre as variáveis não se alteram. Este fato ocasiona erros e imprecisões, e também confunde as análises de correlação entre as variáveis e o uso dos coeficientes de elasticidade, o que deforma a influência dessas forças sobre o consumo de energia.

Estes modelos também necessitam de grande quantidade de dados, nem sempre disponíveis com o grau de confiança necessário, trabalham com relações estatísticas, regressões, são modelos estáticos. Como já dito, partem do pressuposto que, o que aconteceu no passado se reproduzirá na mesma relação para o futuro, por isso esses modelos por si só não são suficientes para projeções de longo prazo, por que não conseguem demonstrar mudanças estruturais, aspectos econômicos, comportamentais, tecnológicos.

Já para curto prazo, segundo Caio e Bermann (1998), esses modelos têm uma boa performance, porque em um espaço de tempo relativamente pequeno não acontecem mudanças significativas. Diante disso, este tipo de abordagem, baseada no histórico de séries, ou seja, na relação que aconteceu no passado, satisfaz a curto prazo, devido à ausência de mudanças estruturantes de grandes impactos.

Os modelos de Usos Finais possuem alto grau de desagregação, procuram identificar usos finais e requerimentos em cada setor, utilizam dados técnicos ou amostras para determinar parâmetros, isto o deixa vulnerável, a ligação com variáveis econômicas pode ser exógena ou endógena.

Segundo Araújo (2002), uma das vantagens deste modelo está em obrigar uma análise aprofundada do consumo de energia e das melhores estatísticas, os resultados, são transparentes e o mecanismo é fácil de entender, podendo ser utilizados em diversos tipos de abordagem como: cenários exógenos, otimização do sistema, modelos econométricos. Em compensação existem várias desvantagens como: exige esforço muito grande de coleta e análise de informações nem sempre disponíveis ou consistentes; a desagregação pode ser excessiva e densa; e tem problemas de consistência nas projeções, devido à grande desagregação.

Os modelos Técnico-Econômicos também chamados de modelos de Equilíbrio baseiam-se na identificação e representação numérica dos principais mecanismos que explicam os fundamentos do desenvolvimento da demanda de energia. Este modelo é uma combinação de análise econômica e estudos técnicos.

Conforme Caio e Bermann (1998), esses modelos técnico-econômicos procuram expor as necessidades de energia útil da maneira mais desagregada possível, selecionadas por usos mais importantes, e incorporam na projeção da demanda de energia, através do auxílio de cenários econômicos, o elemento da incerteza quanto ao futuro.

Caio e Bermann (1998) comentam que, estas técnicas objetivam separar a influência da substituição de energéticos, com diferentes graus de eficiência e preço, através da associação dos requisitos de energia útil a indicadores físicos de atividades consumidoras de energia, além de relacionar os indicadores econômicos e o peso tecnológico no crescimento da demanda.

Por ser bastante desagregado e exigir grande esforço na coleta de dados e obtenção de informações, este modelo pode chegar a erros com facilidade, devido a problemas de consistência de informações.

A Dinâmica de Sistemas permite representar adequadamente o comportamento do consumo, facilitando a criação e utilização de cenários, considerando padrões de comportamento, realimentação de informações e outros fatores relevantes.

Os modelos Dinâmicos buscam representar tanto fluxos físicos, como técnicas tradicionais, quanto fluxos de informação, o que as técnicas tradicionais não conseguem demonstrar. Os fluxos físicos são aqueles que podem ser acumulados e os fluxos de informação são aqueles que podem ser observados, mas não podem ser acumulados.

Neste tipo de modelagem pode-se representar as inter-relações entre os vários parâmetros que influenciam o crescimento do consumo e por ele são influenciados. Um exemplo que faz parte destes laços são os atrasos, tanto em termos de grandezas físicas de um modo geral, como de informação. Diante disso, uma ação que ocorre em um determinado momento, poderá ocasionar conseqüências depois de passado algum tempo, gerando efeito retardado.

Segundo Alves, Morozowski e Schuch (1997), um exemplo deste fenômeno no setor elétrico é o impacto do aumento das tarifas no consumo de energia elétrica. O atraso na mudança do comportamento do consumidor pode ser inserido no modelo, através dos laços que interconectam as variáveis relativas ao cálculo de consumo e de tarifas, de maneira que a informação é tratada de forma endógena ao modelo.

Portanto, é de extrema importância o mecanismo de realimentação das variáveis, que conecta o nível do sistema à informação causadora de decisão, que desencadeia uma ação, que afeta o nível do sistema, fechando o laço informação – decisão – ação, como mostrado na Figura 11.

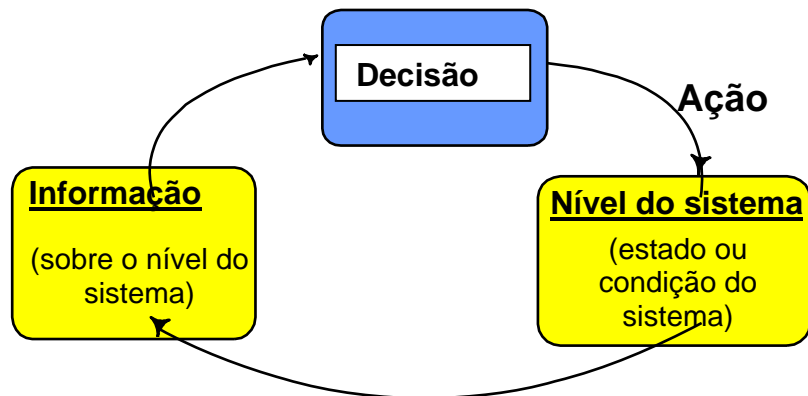


Figura 11 - Processo de Realimentação

Neste sentido, segundo Schuch (2000), os modelos baseados em dinâmica de sistemas apresentam-se como uma ferramenta adequada à projeção de demanda, integrando, através de relações causais e processos de realimentação, os aspectos técnicos e os comportamentais envolvidos na projeção de demanda de energia elétrica.

Para Lyneis (2000) a utilização apropriada de modelos de dinâmica de sistemas para prever o mercado de energia elétrica e realizar análises estruturadas pode ser um diferencial para o cliente de diversas maneiras, conforme comenta:

- a) Modelos de Dinâmica de Sistemas podem chegar a previsões mais realistas que o uso de curvas de tendência dos modelos estatísticos, permitindo assim uma melhor decisão. Em vários sistemas, a tendência natural pode ser sobreposta por ruídos no curto prazo. Enquanto isso não deve mudar o comportamento do sistema neste período, embora alguns ajustes devam ser feitos para melhorar o comportamento da situação neste período.
- b) Modelos de Dinâmica de Sistemas permitem entender o comportamento da indústria, e deste modo as mudanças na estrutura da indústria, como parte de um alarme ou um sistema de aprendizado contínuo.

- c) Modelos de Dinâmica de Sistemas permitem determinar cenários razoáveis como entradas para decisões e políticas.

As tecnologias de informação constituem a base para o processo de inovação nas previsões de carga e no planejamento da expansão e reforços dos sistemas de distribuição. Alguns modelos computacionais encontram-se disponíveis no mercado, como, por exemplo: PREVCAR, FORECAST e PREVMED.

O PREVCAR foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) Pontifícia Católica do Rio (PUC-RIO) e o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) para o ONS e agentes. Este modelo destina-se às projeções de curto prazo. Seu objetivo é fazer projeções mensais com horizonte de 12 meses. O modelo faz desagregação em semanas e dias para o primeiro mês previsto e em patamares de carga para todo período projetado de energia. Por se tratar de série mensal, ele só considera modelos univariados ou auto-projetivos: *Box & Jenkins*, *Holt & Winters*, Redes Neurais e Lógica Nebulosa. O modelo combina as previsões dos dois melhores modelos.

O FORECAST é um “*software* estatístico”, desenvolvido por uma universidade americana, é utilizado para análise e previsão de séries temporais de curto prazo, considerando modelos univariados e multivariados, que engloba várias técnicas estatísticas como: *Box & Jenkins*, *Holt & Winters*, Média Móvel e Método de Brown. Este modelo permite uma combinação das técnicas, seja ela feita automaticamente ou através da interferência do analista.

O sistema PREVMED é uma ferramenta computacional para previsão de mercado de energia elétrica de médio e longo prazos, desenvolvido pelo Cepel para uma empresa da região Sul, de acordo com as características regionais da concessionária. A metodologia adotada para o sistema é baseada em técnicas econométricas e de cenários.

Sua estrutura é formada por uma interface gráfica em *Visual Basic*, que manipula o conjunto de modelos de previsão de mercado de energia elétrica, implementados em linguagem de programação científica Fortran.

4.1 CONCLUSÃO

Neste capítulo, comenta-se sobre a importância e a necessidade de modelos e técnicas de projeção de demanda de energia elétrica, que demonstrem os aspectos relevantes ao setor elétrico. Faz-se análises sobre as técnicas que são mais utilizadas no momento atual pelas concessionárias do setor.

Alguns desses modelos, como dito anteriormente, exigem grande quantidade de dados nem sempre disponíveis nas empresas. Dentre as técnicas mais utilizadas destacam-se nesta pesquisa as técnicas econométricas, os modelos de usos finais, modelos técnico econômico e modelos dinâmicos, através da dinâmica de sistemas, todos em relação a projeções de longo prazo.

Além dos modelos de longo, comenta-se, também, sobre alguns modelos de curto prazo que estão disponíveis no setor, como por exemplo: o PREVCAR e o FORECAST.

CAPÍTULO V - ESTUDOS DE CASO

Para avaliar o modelo desenvolvido, foram realizadas simulações de dois estudos de caso, com três cenários: referência, otimista e pessimista. O uso de três cenários visa permitir fazer uma comparação entre a metodologia de projeção tradicional e a metodologia proposta.

Neste estudo de caso, são analisadas apenas as classes residencial e industrial, que são as classes de consumo mais significativas para a empresa em estudo. Os dados utilizados são os mesmos para todos os casos e foram gerados a partir de dados realizados.

Para uma melhor comparação, analisa-se inicialmente o cenário referência das classes de consumo residencial e industrial com as duas metodologias: a tradicional e a proposta.

No Caso 1, a projeção da classe residencial foi realizada através da metodologia tradicional, baseada na Portaria 760/76 do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE,1976), utilizando como premissas básicas uma análise histórica dos dados, a projeção da população realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como mostra a **Tabela 1**, e pela extrapolação da série de habitantes por domicílio. O produto dessas variáveis fornece a projeção do número de domicílios.

Para projetar a taxa de atendimento, ajustou-se uma curva à série histórica até o horizonte de previsão. O produto da taxa de atendimento e do número de domicílios fornece o número de consumidores. Utilizou-se o mesmo procedimento de ajuste para o consumo por consumidor. O produto do número de consumidores e

consumo por consumidor provê o consumo da classe residencial no cenário de referência, como mostra a **Tabela 2** e a **Figura 12**.

Assim, o resultado da classe residencial reflete somente a influência dos dados históricos e do crescimento demográfico.

Tabela 1- Projeção de População

Ano	2002	2006	2010
População	4.262.471	4.427.939	4.585.839

Nota: Elaboração própria.

Tabela 2 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Tradicional

Metodologia Tradicional										
Ano	População	Hab.Dom	Domicílios	Tx. Atend. %	Número de Consumidor	TX. Cres. %	CCR kWh/mês	TX. Cres. %	Cons. Res. MWh	TX. Cres. %
1995	3.989.933	4,1650	957.967	64,50	617.843	-	101,87		755.244	-
1996	4.009.204	4,1620	963.288	65,58	631.761	2,25	106,27	4,32	805.642	6,67
1997	4.054.586	4,0370	1.004,356	64,99	652.682	3,31	109,83	3,35	860.179	6,77
1998	4.096.529	4,0350	1.015.249	69,93	709.969	8,78	112,84	2,75	961.382	11,77
1999	4.138.662	4,0330	1.026.199	72,99	749.063	5,51	110,31	-2,25	91.528	3,14
2000	4.178.475	4,0304	1.036.740	70,85	734.551	(1,94)	110,31	0,00	972.319	-1,94
2001	4.220.475	4,0281	1.047.758	71,81	752.378	2,43	95,99	-12,98	866.633	-10,87
2002	4.262.471	4,0252	1.058.936	73,11	774.188	2,90	98,00	2,10	910.445	5,06
2003	4.304.486	4,0230	1.069.953	74,43	796.366	2,86	99,80	1,84	953.728	4,75
2004	4.346.465	4,0201	1.081.183	75,77	819.213	2,87	102,00	2,20	1.002.716	5,14
2005	4.388.467	4,0161	1.092.725	77,13	842.819	2,88	104,50	2,45	1.056.895	5,40
2006	4.427.939	4,0110	1.103.946	78,53	866.929	2,86	107,00	2,39	1.113.137	5,32
2007	4.467.414	4,0050	1.115.453	79,95	891.805	2,87	109,00	1,87	1.116.481	4,79
2008	4.506.889	3,9981	1.127.264	81,37	917.254	2,85	111,00	1,83	1.221.783	4,74
2009	4.546.363	3,9900	1.139.264	82,82	943.681	2,88	113,00	1,80	1.279.631	4,73
2010	4.585.839	3,9840	1.151.055	84,32	970.569	2,85	115,00	1,77	1.339.386	4,67

Nota: Elaboração própria.

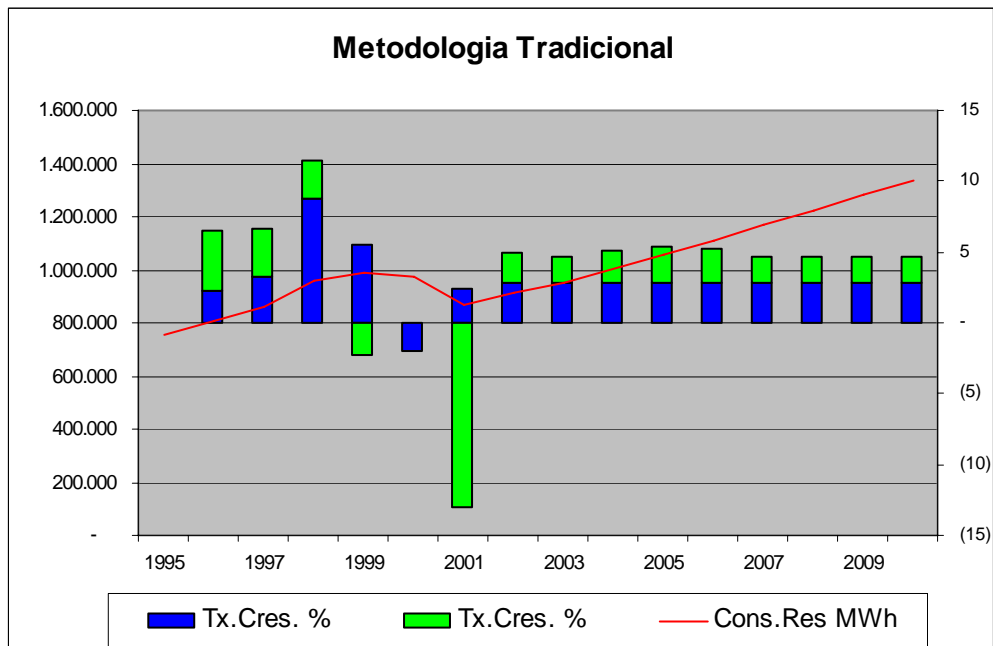


Figura 12 – Projeção do Consumo Residencial Metodologia Tradicional
Nota: Elaboração Própria.

No Caso 2, a projeção da classe residencial foi realizada através da nova metodologia, que agrega à metodologia tradicional outras variáveis, como o PIB, através de cenários. A evolução do PIB influencia a renda per capita do consumidor, que por sua vez altera o consumo por consumidor atendido, na medida em que determina o poder de compra do consumidor. A influência do reajuste tarifário e dos programas de efficientização foi levado em conta através de cenários específicos. Estes cenários decorreram de estudos realizados e programas de efficientização energética do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel/Eletrobrás), ou de interesse interno da empresa em estudo para sua área de concessão.

Na Tabela 3, apresentam-se os cenários de referência das diversas variáveis (PIB, Efficientização e Tarifa), adotados para o caso 2.

Tabela 3 – Premissas para a projeção da Classe Residencial - Cenário Referência

Ano	CENÁRIOS %		
	PIB	Efficientização	Reajuste da Tarifa
2002	3,7	3,0	5,0
2003	3,6	2,0	2,0
2004	3,6	2,0	1,5
2005	3,7	0,5	2,0
2006	3,9	1,0	3,0
2007	3,5	1,0	1,0
2008	3,6	0,0	0,5
2009	3,7	1,0	3,0
2010	3,7	0,5	2,5

Nota: Elaboração Própria.

Na Tabela 4 e na Figura 13 visualiza-se o histórico e os valores projetados para o consumo de energia elétrica da classe residencial na metodologia proposta, sob quatro hipóteses, onde pode-se observar:

- 1) consumo residencial levando-se em consideração o efeito tarifa e o efeito dos programas de efficientização ou racionalização;
- 2) consumo residencial considerando-se efficientização e não considerando o reajuste tarifário;
- 3) consumo considerando a tarifa e não os efeitos da efficientização;
- 4) consumo sem considerar a tarifa e nem a efficientização, embora todos os cenários considerem o PIB.

Tabela 4 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Referência

Ano	Cons. Com Efic. e Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Com Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. com Tarifa s/ Efic. (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Sem Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %
1995	755.244	-	755.244	-	755.244	-	755.244	-
1996	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67
1997	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77
1998	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77
1999	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14
2000	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94
2001	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87
2002	867.230	0,07	890.172	2,72	894.761	3,25	917.703	5,89
2003	956.741	10,32	981.786	10,29	976.777	9,17	1.001.823	9,17
2004	1.012.690	5,85	1.023.130	4,21	1.033.570	5,81	1.044.011	4,21
2005	1.095.606	8,19	1.103.927	7,90	1.101.153	6,54	1.109.474	6,27
2006	1.149.738	4,94	1.161.470	5,21	1.161.470	5,48	1.173.203	5,74
2007	1.210.018	5,24	1.228.634	5,78	1.222.428	5,25	1.241.044	5,78
2008	1.298.323	7,30	1.304.847	6,20	1.298.323	6,21	1.304.847	5,14
2009	1.361.225	4,84	1.364.671	4,58	1.375.010	5,91	1.378.456	5,64
2010	1.426.983	4,83	1.448.824	6,17	1.434.263	4,31	1.456.105	5,63

Nota: Elaboração Própria.

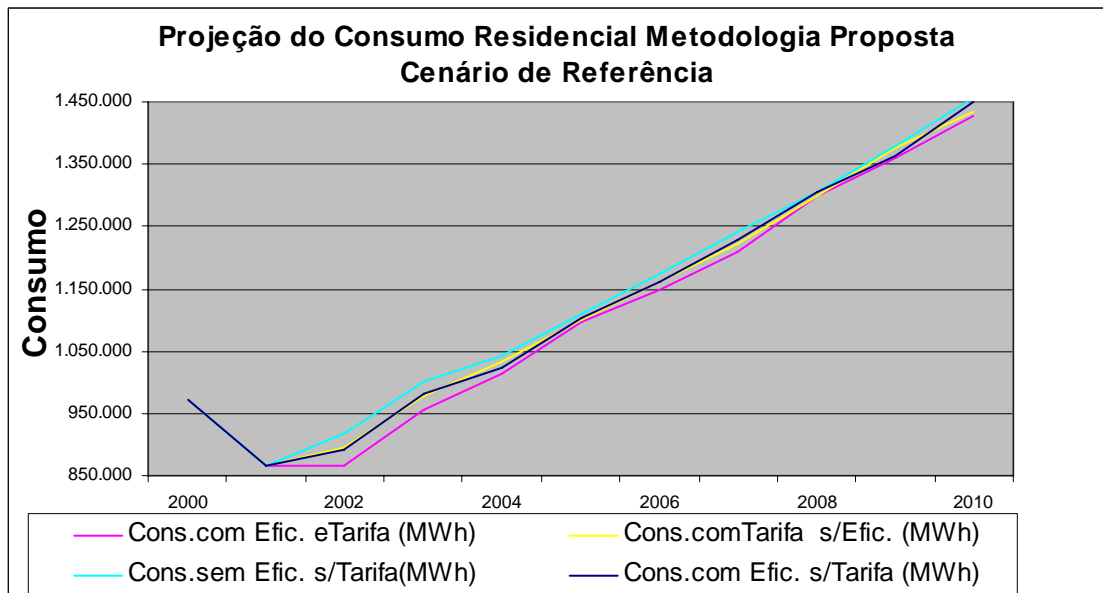


Figura 13 – Projeção do Consumo Residencial Cenário de Referência
Metodologia Proposta

Nota: Elaboração Própria.

Estes resultados mostram a influência das variáveis de eficiência, tarifa e PIB, como analisado a seguir.

O reajuste tarifário afeta o consumo. O aumento da tarifa faz com que o poder aquisitivo do consumidor diminua, forçando uma redução no consumo de energia. A eficiência ou racionalização, geralmente motivada por incentivos ao uso de eletrodomésticos mais eficientes tende a reduzir o consumo. O crescimento do PIB aumenta a renda *per capita* do consumidor e seu poder de compra, estimulando compras de eletrodomésticos e, em consequência, um maior consumo de energia.

Esses aspectos comportamentais e sociais podem ser representados nesta nova metodologia, o que a torna mais flexível e com maior sensibilidade ao movimento da economia e das outras variáveis que influenciam o consumo de energia elétrica.

Pode-se observar nas **Tabelas 5 e 7** abaixo, os cenários otimista e pessimista para o PIB, eficiência e tarifa, e a projeção da classe de consumo residencial para os diversos cenários (**Tabelas 6, 8 e 9**).

Tabela 5 - Premissas para a projeção da Classe Residencial - Cenário Otimista

CENÁRIO OTIMISTA			
CENÁRIOS %			
Ano	PIB	Eficientização	Reajuste da Tarifa
2002	7,4	1,5	2,5
2003	7,2	1,0	1,0
2004	7,2	1,0	0,8
2005	7,4	0,3	1,0
2006	7,8	0,5	1,5
2007	7,0	0,5	0,5
2008	7,2	0,0	0,3
2009	7,4	0,5	1,5
2010	7,4	0,3	1,3

Nota: Elaboração Própria.

Tabela 6 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Otimista

Ano	Cons. Com Efic. e Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Com Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. com Tarifa s/ Efic. (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Sem Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %
1995	755.244	-	755.244	-	755.244	-	755.244	-
1996	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67
1997	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77
1998	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77
1999	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14
2000	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94
2001	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87
2002	910.052	5,01	921.749	6,36	924.088	6,63	935.786	7,98
2003	1.047.906	15,15	1.061.306	15,14	1.058.626	14,56	1.072.026	14,56
2004	1.103.294	5,29	1.108.895	4,48	1.114.495	5,28	1.120.096	4,48
2005	1.184.026	7,32	1.188.796	7,21	1.187.603	6,56	1.192.373	6,45
2006	1.280.719	8,17	1.287.188	8,28	1.287.188	8,39	1.293.656	8,49
2007	1.380.716	7,81	1.391.202	8,08	1.387.707	7,81	1.398.193	8,08
2008	1.486.728	7,68	1.490.454	7,13	1.486.728	7,14	1.490.454	6,60
2009	1.602.305	7,77	1.604.724	7,67	1.610.369	8,32	1.612.788	8,21
2010	1.718.961	7,28	1.731.990	7,93	1.724.172	7,07	1.737.201	7,71

Nota: Elaboração Própria.

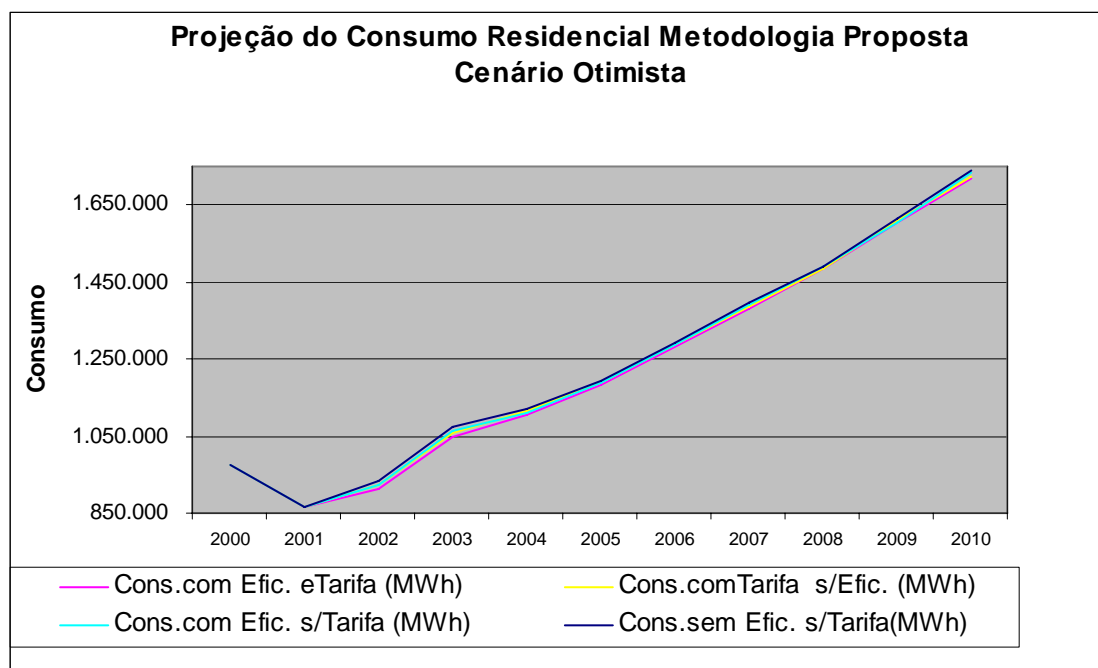


Figura 14 – Projeção do Consumo Residencial Cenário Otimista – Metodologia Proposta

Nota: Elaboração Própria

Tabela 7 – Premissas para Projeção da Classe Residencial - Cenário Pessimista

CENÁRIO PESSIMISTA			
CENÁRIOS %			
Ano	PIB	Eficientização	Reajuste da Tarifa
2002	1,9	6,0	10,0
2003	1,8	4,0	4,0
2004	1,8	4,0	3,0
2005	1,9	1,0	4,0
2006	2,0	2,0	6,0
2007	1,8	2,0	2,0
2008	1,8	0,0	1,0
2009	1,9	2,0	6,0
2010	1,9	1,0	5,0

Nota: Elaboração Própria.

Tabela 8 - Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Pessimista

Ano	Cons. Com Efic. e Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Com Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %	Cons. com Tarifa s/ Efic. (MWh)	TX. Cres. %	Cons. Sem Efic. s/ Tarifa (MWh)	TX. Cres. %
1995	755.244	-	755.244	-	755.244	-	755.244	-
1996	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67	805.642	6,67
1997	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77	860.179	6,77
1998	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77	961.382	11,77
1999	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14	991.528	3,14
2000	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94	972.319	-1,94
2001	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87	866.633	-10,87
2002	800.820	7,59	845.809	-2,40	854.807	-1,36	899.797	3,83
2003	855.343	6,81	902.340	6,68	892.940	4,46	939.937	4,46
2004	937.312	9,58	957.255	6,09	977.198	9,44	997.140	6,09
2005	993.779	6,02	1.009.068	5,41	1.003.972	2,74	1.019.260	2,22
2006	1.019.378	2,58	1.040.615	3,13	1.040.615	3,65	1.061.852	4,18
2007	1.046.917	2,70	1.079.978	3,78	1.068.957	2,72	1.102.018	3,78
2008	1.127.493	7,70	1.138.882	5,45	1.127.493	5,48	1.138.882	3,35
2009	1.147.442	1,77	1.153.326	1,27	1.170.979	3,86	1.176.863	3,33
2010	1.170.145	1,98	1.206.712	4,63	1.182.334	0,97	1.218.901	3,57

Nota: Elaboração Própria.

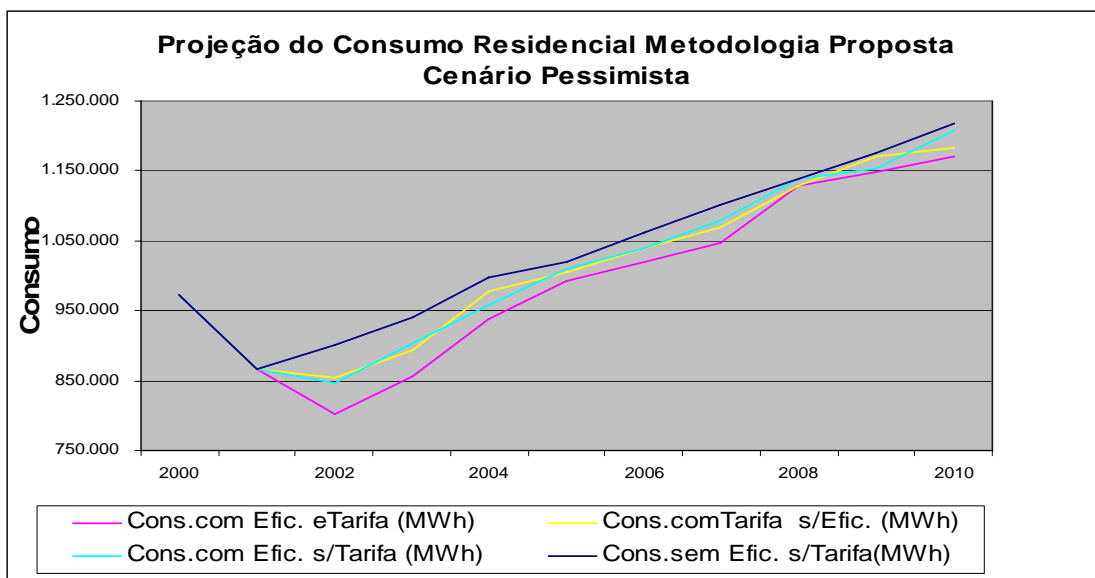


Figura 15 – Projeção do Consumo Residencial Metodologia Proposta - Cenário Pessimista

Nota: Elaboração Própria.

Na Tabela 9 e na Figura 16, mostra-se um comparativo das duas metodologias, a tradicional e a proposta, e os desvios entre elas.

Tabela 9 - Comparação entre as Metodologias Consumo Residencial – Cenário Referência

Ano	Metodologia Tradicional (MWh)	Tx.cresc. %	Metodologia Proposta (MWh)	Tx.cresc. %	Desvios %
2002	910.445	-	867.230	-	4,75
2003	953.728	4,75	956.741	10,32	-0,32
2004	1.002.716	5,14	1.012.690	5,85	-0,99
2005	1.056.895	5,40	1.095.606	8,19	-3,66
2006	1.113.137	5,32	1.149.738	4,94	-3,29
2007	1.166.481	4,79	1.210.018	5,24	-3,73
2008	1.221.783	4,74	1.298.323	7,30	-6,26
2009	1.279.631	4,73	1.361.225	4,84	-6,38
2010	1.339.386	4,67	1.426.983	4,83	-6,54

Nota: Elaboração Própria.

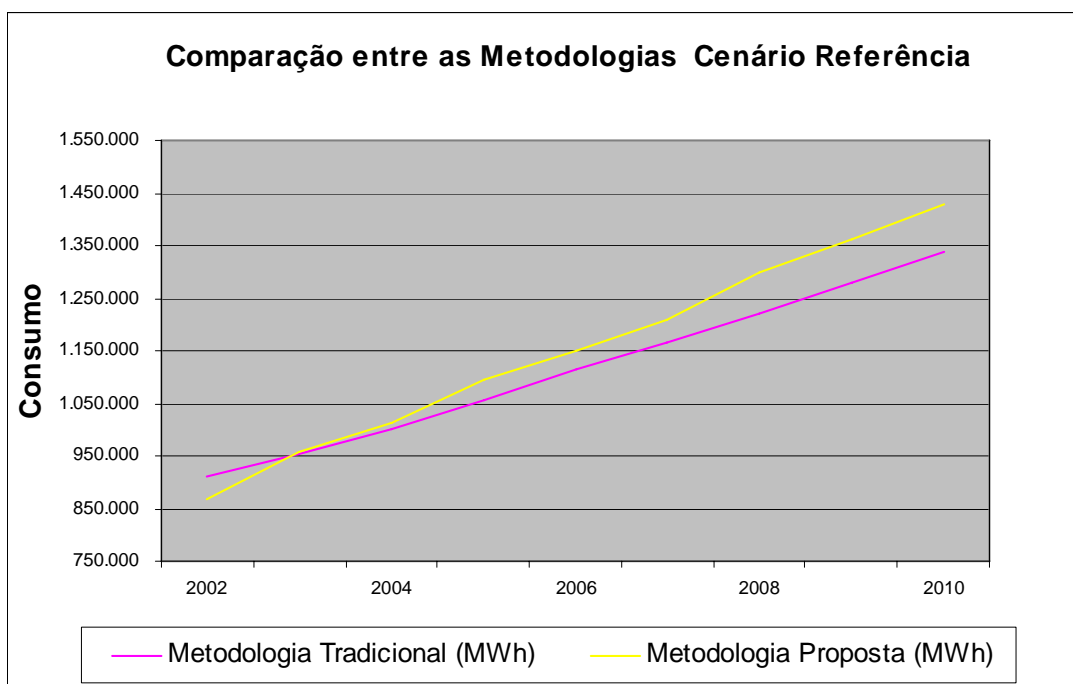


Figura 16 – Comparação entre as Metodologias Consumo Residencial - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria.

No Caso 3, a projeção da classe industrial, tanto na metodologia tradicional quanto na proposta, utiliza como premissa básica o cenário do PIB (Produto Interno Bruto) do setor secundário, como mostra a Tabela 10.

São levadas em consideração, também, as pesquisas realizadas, em especial junto aos grandes consumidores, tanto existentes quanto potenciais, ou seja,

consumidores que pretendem se instalar na área de concessão da concessionária. Essa pesquisa é de extrema importância e deve refletir as intenções do consumidor, em termos de aumento ou redução de carga, encerramento de atividades na área de concessão da empresa, ou ainda tornar-se um autoprodutor.

Tabela 10 - Premissas para o Consumo Industrial - Cenário Referência

CENÁRIOS %	
Ano	PIB do Setor Secundário
2002	4,7
2003	4,4
2004	4,4
2005	4,4
2006	4,7
2007	3,7
2008	3,7
2009	3,7
2010	3,7

Nota: Elaboração Própria.

Como resultado tem-se uma projeção para a metodologia tradicional com base em cenários do PIB do setor, mas com uma visão global, ou seja, agregada por classe de consumo. A projeção global dos grandes consumidores e o total do consumo tradicional são apresentados na Tabela 11 e Figura 17.

Tabela 11 - Projeção do Consumo Industrial - Metodologia Tradicional - Cenário Referência

Ano	Ind.Trad. (MWh)	Tx.Cres %	Ind. Esp. (MWh)	Tx.Cres %	Total Ind. (MWh)	Tx.Cres %
1995	90097	-	258101	-	348198	-
1996	91772	1,86	271093	5,03	362865	4,21
1997	92212	0,48	268312	-1,03	360524	-0,65
1998	91897	-0,34	266327	-0,74	358225	-0,64
1999	90509	-0,51	256848	-0,56	347357	-3,03
2000	111077	22,72	275688	7,33	386765	11,34
2001	108773	-2,07	259124	-6,01	367897	-4,88
2002	113886	4,70	213686	-17,53	327572	-10,96
2003	118896	4,40	214410	0,34	333307	1,75
2004	124128	4,40	215725	0,61	339853	1,96
2005	129589	4,40	215867	0,07	345457	1,65
2006	135680	4,70	216598	0,34	352279	1,97
2007	140701	3,70	217334	0,34	358034	1,63
2008	145906	3,70	225386	3,71	371293	3,70
2009	151305	3,70	233739	3,71	385043	3,70
2010	156903	3,70	242398	3,70	399302	3,70

Nota: Elaboração Própria.

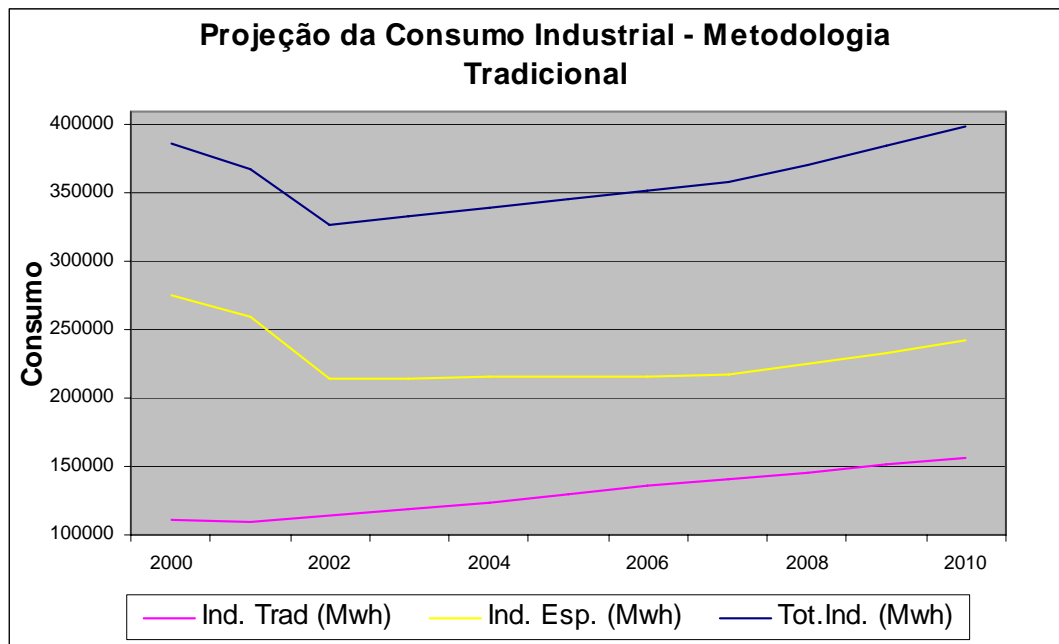


Figura 17 – Projeção do Consumo Industrial Metodologia Tradicional - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria

No Caso 4, a metodologia proposta foi aplicada de forma similar à tradicional no que tange ao consumo industrial, através da relação com o PIB do setor secundário para o industrial tradicional, e por pesquisa até o 6º ano para os grandes consumidores e a partir do 7º ano através do PIB do setor secundário. Além disso, a nova metodologia considera ainda, eficientização para esta classe de consumo, como pode ser visto na Tabela 12 e na Figura 18, o total da classe Industrial (igual à projeção através da metodologia tradicional) e o total da classe industrial com a influência de programas de eficientização.

Tabela 12 - Projeção Global - Consumo Industrial Metodologia Proposta - Cenário Referência

Ano	Ind.Trad. (MWh)	Tx.Cres (%)	Ind. Esp. (MWh)	Tx.Cres (%)	Total Ind. (MWh)	Tx.Cres (%)	Tot.Ind. Efic. (MWh)	Tx.Cres (%)
1995	90097	-	258101	-	348198	-	348198	-
1996	91772	1,86	271093	5,03	362865	4,21	362865	4,21
1997	92212	0,48	268312	-1,03	360524	-0,65	360524	-0,65
1998	91897	-0,34	266327	-0,74	358225	-0,64	358225	-0,64
1999	90509	-0,51	256848	-0,56	347357	-3,03	347357	-3,03
2000	111077	22,72	275688	7,33	386765	11,34	386765	11,34
2001	108773	-2,07	259124	-6,01	367897	-4,88	367897	-4,88
2002	113886	4,70	213686	-17,53	327572	-10,96	317745	-13,63
2003	118896	4,40	214410	0,34	333307	1,75	326640	2,80
2004	124128	4,40	215725	0,61	339853	1,96	333056	1,96
2005	129589	4,40	215867	0,07	345457	1,65	343730	3,20
2006	135680	4,70	216598	0,34	352279	1,97	348756	1,46
2007	140701	3,70	217334	0,34	358034	1,63	354454	1,63
2008	145906	3,70	225386	3,71	371293	3,70	371293	4,75
2009	151305	3,70	233739	3,71	385043	3,70	381193	2,67
2010	156903	3,70	242398	3,70	399302	3,70	397305	4,23

Nota: Elaboração Própria.

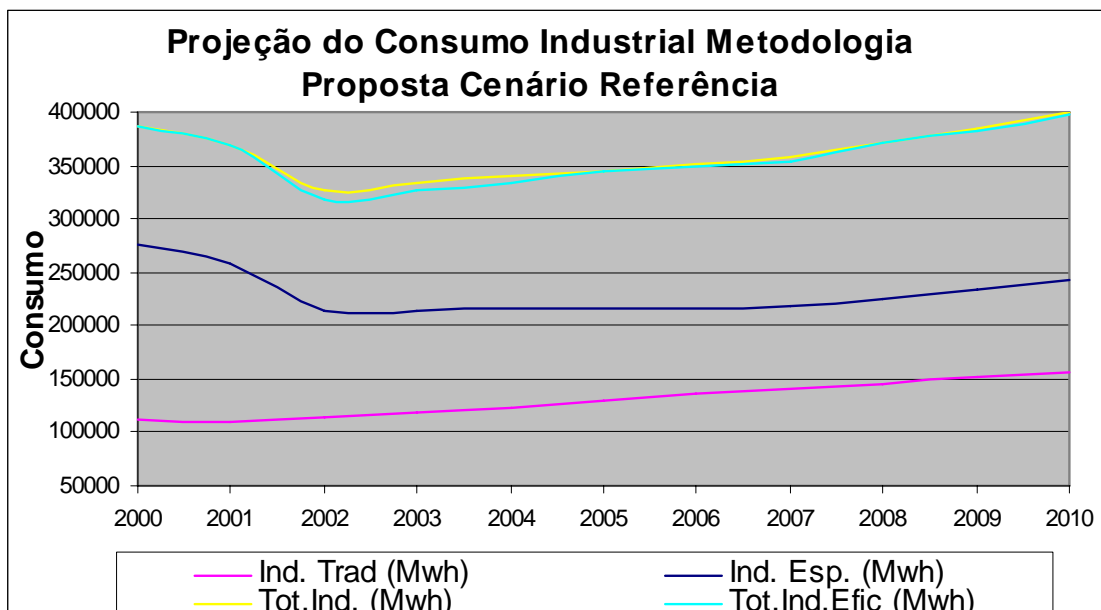


Figura 18 - Projeção Global - Consumo Industrial Metodologia Proposta - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria.

A metodologia proposta permite desagregar a sub-classe industrial especial ou grandes consumidores por nível de tensão, como pode ser visto na Tabela 13 e na Figura 19. Esta é uma visão mais detalhada do segmento, que possibilita identificar qual nível de tensão tem o maior crescimento.

Tabela 13 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Nível de Tensão Metodologia Proposta - Cenário Referência

Ano	Classe A1 MWh	Classe A2 MWh	Classe A3 MWh	Classe A4 MWh	Classe A4 MWh	Total MWh
1995	0	125866	70895	61340	0	258101
1996	0	133954	74939	62200	0	271093
1997	0	130971	73447	63893	0	268312
1998	0	129979	72951	63397	0	266327
1999	0	125239	70582	61027	0	256848
2000	0	134659	75291	65737	0	275688
2001	0	126377	71150	61596	0	259124
2002	0	144965	5640	63081	0	213686
2003	0	145456	5659	63295	0	214410
2004	0	146348	5694	63683	0	215725
2005	0	146445	5698	63725	0	215867
2006	0	146940	5717	63941	0	216598
2007	0	147439	5737	64158	0	217334
2008	0	152900	5952	66535	0	225386
2009	0	158564	6175	69000	0	233739
2010	0	164436	6406	71556	0	242398

Nota: Elaboração Própria.

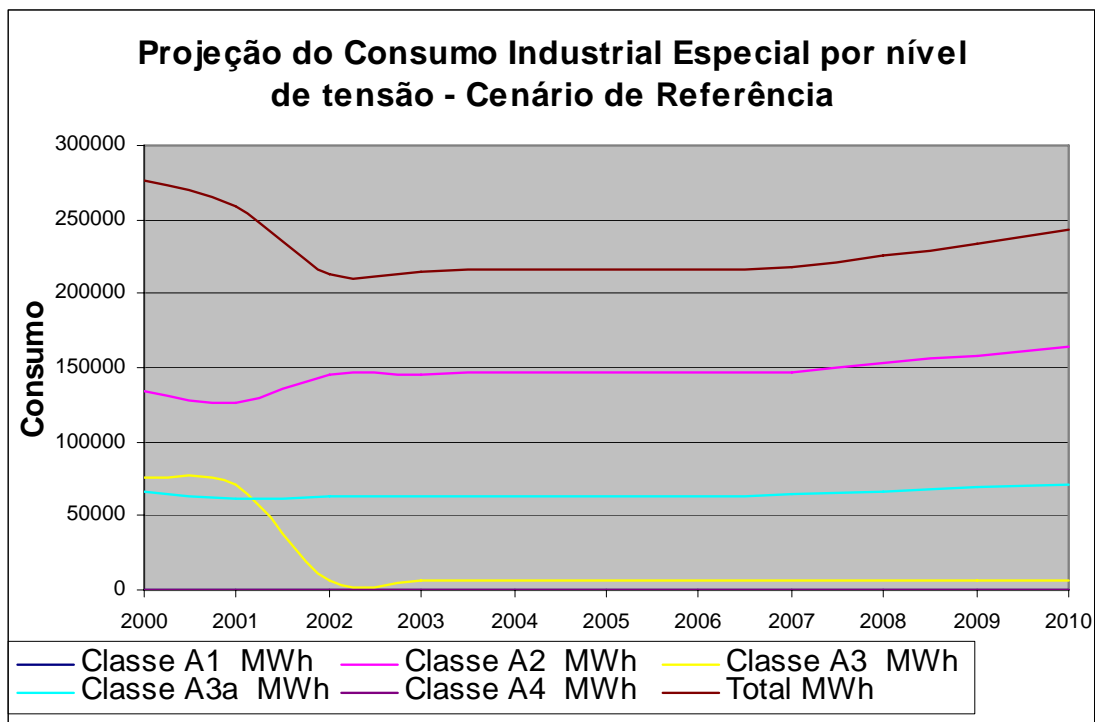


Figura 19 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Nível de Tensão
Metodologia Proposta - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria.

Na Tabela 14 e na Figura 20, observa-se uma desagregação por tipo de consumidor, que permite separar os consumidores cativos, os consumidores livres com contrato, o potencialmente livre e os livres, também podemos observar as migrações entre os diversos níveis de tensão, a perda de clientes devido a troca por outro fornecedor ou autoprodução.

Tabela 14 – Projeção do Consumo Industrial Especial por Tipo de Consumidor Metodologia Proposta - Cenário Referência

Ano	ConsCat MWh	ConsLCont MWh	ConsPotL MWh	ConsL MWh	Cons Tot MWh
1995	196760	0	0	61340	258101
1996	208893	0	0	62200	271093
1997	204419	0	0	63893	268312
1998	133164	69767	0	63397	266327
1999	128424	67397	0	61027	256848
2000	137844	72107	0	65737	275688
2001	129562	67966	0	61596	259124
2002	5640	144965	0	63081	213686
2003	5659	72837	72619	63295	214410
2004	5694	73283	0	136748	215725
2005	5698	73331	0	136838	215867
2006	5717	73580	0	137302	216598
2007	5737	73829	0	137768	217334
2008	5952	0	76564	142871	225386
2009	6175	0	0	227563	233739
2010	6406	0	0	235992	242398

Nota: Elaboração Própria.

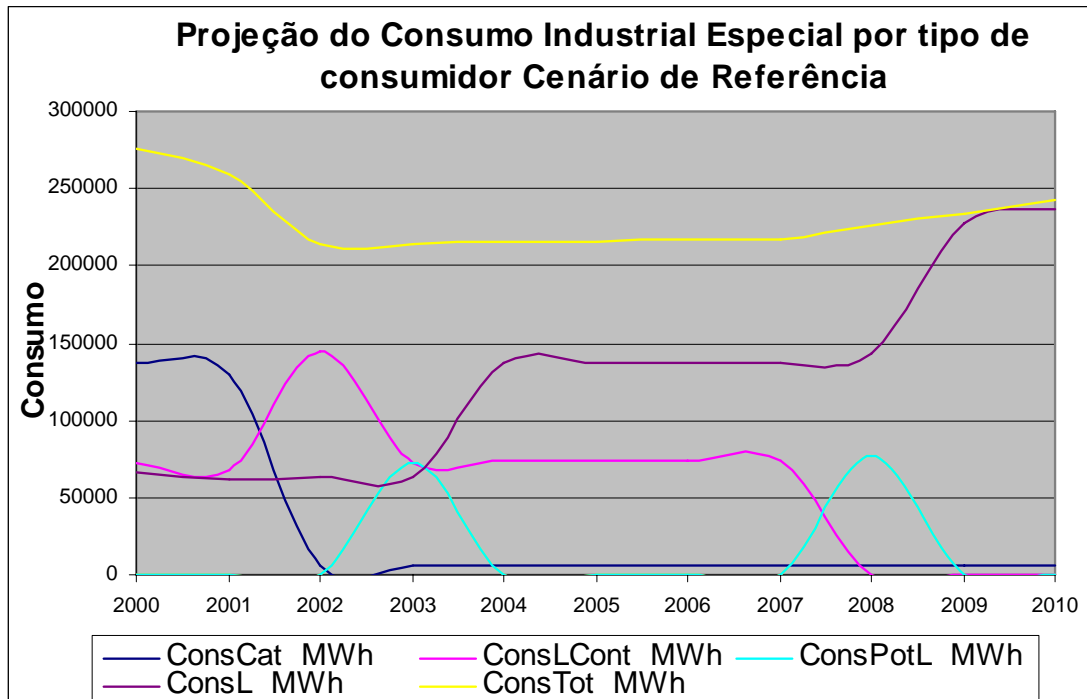


Figura 20 - Projeção do Consumo Industrial Especial por Tipo de Consumidor
Metodologia Proposta - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria.

Na Tabela 15 e na Figura 21, comparam-se as metodologias para a classe industrial. Pode-se ver que as metodologias são iguais quando não se leva em conta a eficiência, diferindo apenas nas desagregações da subclasse especial ou grandes consumidores, como demonstrado anteriormente. A eficiência é uma variável relevante para a classe industrial, possibilitando minimizar os custos e melhorar, ou pelo menos manter, a produção. O uso da energia elétrica é geralmente intenso para esta classe de consumo.

Tabela 15 – Comparação entre as Metodologias Consumo Industrial Total

Ano	Ind.Total(MWh) Met.Tradicional	Tx.Cres %	Ind.Total(MWh) Met.Prop. s/Efic	Tx.Cres %	Ind.Total(MWh) Met.Prop. c/Efic	Tx.Cres %	Desvios %
2002	327572	-	327572	-	317745	-	3,00
2003	333307	1,75	333307	1,75	326640	2,80	2,00
2004	339853	1,96	339853	1,96	333056	1,96	2,00
2005	345457	1,65	345457	1,65	343730	3,20	0,50
2006	352279	1,97	352279	1,97	348756	1,46	1,00
2007	358034	1,63	358034	1,63	354454	1,63	1,00
2008	371293	3,70	371293	3,70	371293	4,75	0,00
2009	385043	3,70	385043	3,70	381193	2,67	1,00
2010	399302	3,70	399302	3,70	397305	4,23	0,50

Nota: Elaboração Própria.

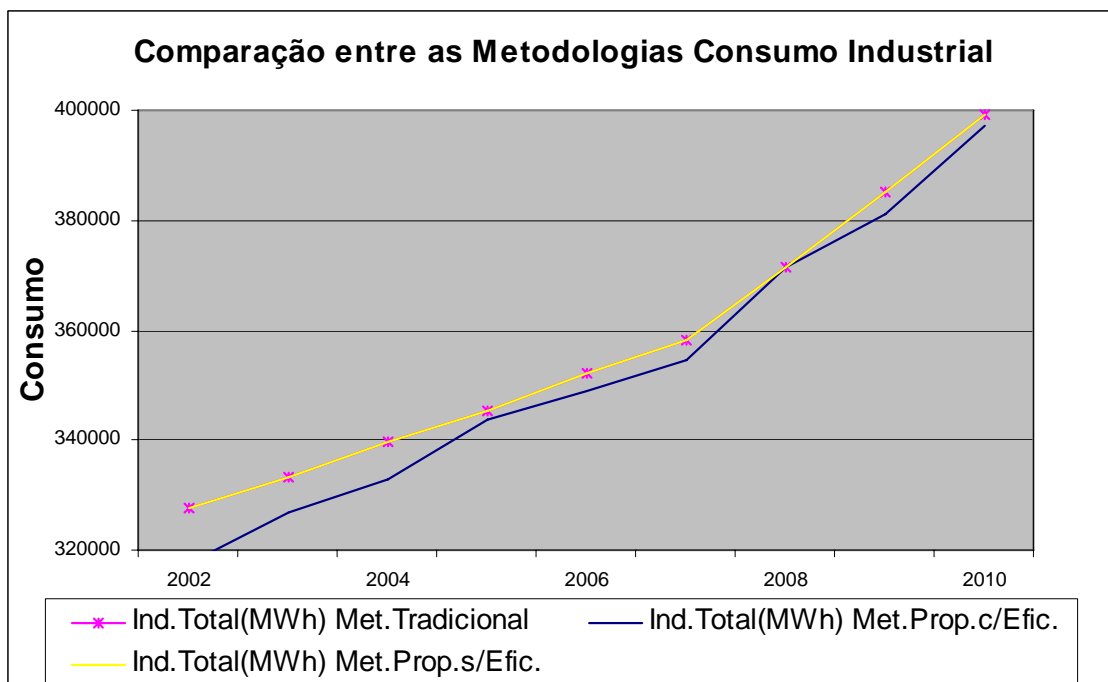


Figura 21 - Comparação entre as Metodologias Consumo Industrial - Cenário Referência

Nota: Elaboração Própria

5.1 CONCLUSÃO

A metodologia proposta mostra-se mais dinâmica que a metodologia tradicional, identifica melhor os aspectos comportamentais, sociais, econômicos,

políticos e estratégicos do setor e das empresas, o que possibilita previsões mais adequadas com bastante flexibilidade e opções.

A possibilidade da influencia da eficientização nas classes de consumo é muito importante no momento em que os hábitos de consumo se alteram, devido à escassez que o país passou no racionamento, e devido também, às reações diante de aumentos tarifários.

Outro benefício desta nova metodologia é a desagregação da subclasse especial, ou grandes consumidores, isto permite visualizar o desenvolvimento e a movimentação dos consumidores pelos diversos níveis de tensão e também os tipos de consumidores, cativos, livres, potencialmente livres ou ainda livres com contrato, permitindo que a empresa tome medidas estratégicas para manutenção de seus consumidores.

CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente às incertezas regulatórias, à reestruturação incompleta e à nova proposta de modelo para o setor elétrico, tornam-se imprescindíveis os estudos de mercado para o planejamento da expansão.

O modelo apresentado pelo atual governo encontra-se em fase de discussão e ajustes, e enfatiza o planejamento setorial.

Todas essas incertezas provocam disparidades entre valores projetados e realizados, fazendo-se necessário, o aperfeiçoamento de técnicas e modelos que busquem antever vários futuros possíveis. Para isto, são importantes: o treinamento e aprimoramento das equipes técnicas, bem com o acompanhamento do mercado consumidor e das variáveis que o influenciam. Assim, o estudo de mercado torna-se elemento-chave para aquisição de informações, e formulação de estratégia para a empresa, tornando-se um diferencial estratégico para as empresas.

A metodologia tradicional, por si só, mostra-se insuficiente, devido à dinâmica dos sistemas econômicos e energéticos e das mudanças freqüentes no mercado de energia das empresas. No entanto, diante de pesquisas realizadas chega-se a conclusão que o modelo ideal para projeções de demanda de energia elétrica no ambiente de incertezas que passa o setor elétrico, no Brasil e no mundo, deve ser uma abordagem integrada que viabilize as técnicas de cenários, técnicas econométricas e modelos dinâmicos, caracterizando flexibilidade para traçar várias trajetórias para o futuro, o ajuste de curvas e a realimentação de informações.

Os estudos da demanda de energia elétrica necessitam também de análises mais aprofundadas sobre elasticidades consumo renda e preço das diversas classes de consumo, o que possibilita maior conhecimento sobre o comportamento destes segmentos e subsidia o planejamento estratégico da empresa.

Como indicação para novos temas de estudos que são importantes e necessários para os estudos de demanda de energia elétrica sugere-se:

- a) Melhoria na metodologia proposta, através de desdobramentos da classe residencial com desagregações por faixa de consumo e renda.
- b) Estudos sobre elasticidades renda-preço.
- c) Sistematização para acompanhamento de mercado com melhoramentos e monitoramento na qualidade dos dados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. F.; MOROZOWSKI, M.; SCHUCH, G. B. Cenários de demanda residencial: uma abordagem baseada em dinâmica de sistemas. In: CONGRESSO CHILENO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, 10., 1997, **Anais...**, Chile: Temuco, p. 41-46, 1997.
- ARACIL, J.; GORDILLO, F. **Dinámica de sistemas**. Madrid: Alianza Editorial, 1997.
- ARAÚJO, J. L. **Modelos para projeção de demanda de energia elétrica**. In: WORKSHOP SOBRE MODELOS DE PROJEÇÃO DE MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro: Eletrobrás/CEPEL, 2002.
- BAJAY, S. V. Long term electricity demand forecasting models: a review of methodologies. **Electric Power Systems Research**, v.6, p.243-257, 1983.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. **Proposta de modelo institucional do setor elétrico**. Brasília, 2003.
- _____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE. **Portaria nº 760**. Brasília, 1976.
- 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3., 1998, **Anais...** São Paulo: SEESP; SBPE; USP; UNICAMP; UFRJ-COPEE, 1998.
- CARVALHO, J. **O desafio do planejamento energético**. Apêndice 2: métodos de previsão baseados em cenários. Porto Alegre: Tchê, 1987.
- CASTELO BRANCO, A.C. et. al. Metodologia de projeção de demanda adequada ao novo contexto do setor elétrico brasileiro. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – SENDI, 15., 1998, **Anais...** Salvador, 2002.
- _____. Mecanismos de melhoria da qualidade e efetividade das projeções da demanda das concessionárias de energia elétrica face às incertezas regulatórias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS - ABAR, 3., 2003, **Anais...** Gramado, 2003.
- _____. Projeção da demanda de energia elétrica em ambiente competitivo: uma aplicação para o Estado da Bahia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SNPTEE, 17., 2003, **Anais...** Uberlândia, 2003.

COELBA/DE/AME. **Norma para elaboração de projeções de mercado**. Salvador, 1990.

COMITÊ DE REVITALIZAÇÃO DO MODELO DO SETOR ELÉTRICO. Relatório de **Progresso**, n.2, fev. 2002.

CORREIA, P. B.; ANDRADE, C. S. Relevância da elasticidade-preço da demanda de energia elétrica. In: SEMINÁRIO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO FINANCEIRO DO SETOR ELÉTRICO – SEPEF, 9., 2001, **Anais...** Recife, 2001.

DIAZ-DELGADO, E. L.; VICENTE, S. M. **Iniciación a la simulación dinámica**. Barcelona: Editorial Ariel, 2000.

FARIA, S. N. G. **Um modelo integrado de previsão do mercado de energia elétrica a longo prazo**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

GODET, M. **Prospective et planification stratégique**. Paris: Economica, 1985.

LYNEIS, J. M. System dynamics for market forecasting and structural analysis. **System Dynamics Review**, Cambridge, v.16, n.1, p. 3-23, spring 2000.

MACROPLAN. **Curso de análise prospectiva e construção de cenários**. Rio de Janeiro, 2001. Texto conceitual elaborado para o Projeto mapeamento das incertezas e construção de cenários do mercado de energia elétrica.

MATSUDO, E. **A reestruturação setorial e os reflexos sobre o planejamento e estudos de mercado das distribuidoras de energia elétrica**. 2001. (Dissertação)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. São Paulo: Atual, 1985.

PIRES, J. C. L. Desafios da reestruturação do setor elétrico brasileiro. **Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, BNDES, n.76, 2000.

SCHUCH, G. B. **Um modelo para estudos da demanda de energia elétrica em ambiente competitivo**. 2000. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2000.