



ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO
DA
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

7

METODOLOGIA PARA A ESTIMAÇÃO POR CENÁRIOS ALTERNATIVOS COM
BASE NA INTERAÇÃO ENTRE MODELOS SUBJETIVOS CAUSAIS E
TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA O DIMENSIONAMENTO DE MERCADO

JOSÉ ROBERTO RIBAS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Administração de Empresas da EAESP/FGV na área de concentração em Mercadologia, como requisito para a obtenção do título de doutor em administração.

Orientador:

Prof. Dr. Marcos Augusto de Vasconcellos

SÃO PAULO

1995



Fundação Getúlio Vargas
Escola de Administração
de Empresas de São Paulo
Biblioteca



117/96



1199600117

Carlos

Escola de Administração de S Empresa de São Paulo	
Data	N.º de Chamada
16.2	339.1 R482m
N.º Volume	Registrado por
117/96	CR

Tese
e.1

SP-00008315-5

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO
DA
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

METODOLOGIA PARA A ESTIMAÇÃO POR CENÁRIOS ALTERNATIVOS COM
BASE NA INTERAÇÃO ENTRE MODELOS SUBJETIVOS CAUSAIS E
TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA O DIMENSIONAMENTO DE MERCADO

JOSÉ ROBERTO RIBAS

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Belmiro Valverde Jobim Castor

Prof. Dr. Marcos Augusto de Vasconcellos

Prof. Dr. Marcos Henrique Nogueira Cobra

Prof. Dr. Paulo Clarindo Goldshmidt

Prof. Dr. Renato Zancan Marchetti

*"Alice: Você poderia me dizer, por favor, qual o caminho que eu devo seguir a
partir daqui?"*

Gato: Depende em grande parte de para onde você deseja ir!

Alice: Não me importa para onde.

Gato: Então não importa o caminho que você vá!

Alice: Dependendo que eu chegue em algum lugar.

*Gato: Fique certa que você chegará. Caso você apenas caminhe o suficiente para
chegar até lá."*

Alice no País das Maravilhas

Lewis Carol

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese não foi um ato solitário, pois muitas pessoas participaram e contribuíram de diferentes formas. Os técnicos das áreas de estudos e previsão de mercado das concessionárias de energia elétrica, que pacientemente responderam ao questionário. Os especialistas que participaram das diversas seções de levantamento de informações subjetivas. A Eletrobrás e a Copel que viabilizaram a condução do trabalho, a primeira pela autorização e divulgação da pesquisa no setor elétrico, a segunda pelo apoio dado a grande parte do projeto, principalmente por intermédio da Coordenação de Estudos de Mercado e da Secretaria da Diretoria. As bibliotecas do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social e da Copel. O Ministério de Educação/CAPES pela concessão de uma bolsa de estudos. Os membros da banca de defesa da tese, pela leitura, análise e comentários. O amigo, Prof. Dr. Marcos Augusto de Vasconcellos, pela orientação e sugestões sempre oportunas e fundamentais. A Vera Lúcia da EAESP/FGV por todo o apoio. E, acima de tudo, à minha amiga e companheira Selma, pelos comentários, revisão gramatical e constante motivação para que este trabalho fosse realizado. Dedico à ela, Juliana e Carolina esta tese. Obrigado!

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 : TIPOLOGIA DAS TÉCNICAS PARA DIMENSIONAMENTO DE MERCADO	05
1.1. ATRIBUTOS UTILIZADOS NA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE MÉTODOS	08
1.2. CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREVISÃO	18
CAPÍTULO 2 : INTERAÇÃO ENTRE INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS - ALGUNS MÉTODOS DE APOIO	46
2.1. MODELOS ESTRUTURAIS	47
2.2. PROBABILIDADES	55
2.3. IMPACTOS CRUZADOS	59
2.4. MÉTODO DELPHI	61
2.5. MENSURAÇÃO E ACURÁCIA	65
CAPÍTULO 3 : CENÁRIOS : CONCEITO E TIPOLOGIA	74
CAPÍTULO 4 : METODOLOGIA PROPOSTA	97
CAPÍTULO 5 : DIMENSIONAMENTO DO MERCADO DE ELETRICIDADE	117
5.1. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E PREVISÃO	117
5.2. PESQUISA SOBRE O ESTADO ATUAL DAS PREVISÕES	126
CAPÍTULO 6 : VALIDAÇÃO EMPÍRICA	146
CONCLUSÃO	178
BIBLIOGRAFIA	181

RESUMO

A metodologia para a estimação por cenários alternativos com base na interação entre modelos subjetivos causais e técnicas analíticas para o dimensionamento de mercado representa uma proposta de tratamento sistemático dos problemas de análise e previsão, utilizado nas áreas de estratégia mercadológica e planejamento empresarial.

A tese trata inicialmente de dois critérios para a classificação das técnicas de previsão e geração de cenários. No primeiro deles, são considerados os atributos que usualmente orientam a seleção dos métodos de previsão mais apropriados para cada caso. No segundo, é definido um referencial com base nas regras empregadas para identificar o modo de geração dos futuros alternativos. Em ambas situações, foram consultados trabalhos que incorporaram extensivamente os conceitos de interesse desta tese, com o propósito de apoiar a sua fundamentação teórica.

Uma análise adicional mais detalhada se ateve às técnicas que propiciaram a base conceitual da metodologia, a exemplo da modelagem estrutural e das probabilidades subjetivas.

Com o objetivo de testar a adequação da proposta ao estudo de caso, foi escolhido o mercado atendido pela indústria de energia elétrica. Este procedimento passou inicialmente por uma investigação a nível nacional com a intenção de: (i) observar aquelas técnicas e indicadores utilizados regularmente

pelas concessionárias; (ii) constatar e comparar situações que afetam a qualidade das previsões, a exemplo do tamanho da equipe e do grau de comunicação com as instituições externas. Em seguida, foi efetuada uma aplicação prática sobre o mercado regional de eletricidade do segmento residencial, na tentativa de validar empiricamente a metodologia proposta. Como particularidades, foram introduzidas as equações simultâneas do lado analítico, e a consulta aos especialistas, os quais foram aplicados na construção do modelo exploratório do lado subjetivo. A interação entre as técnicas resultou em alguns cenários para o mercado analisado.

Palavras-Chave - cenários: metodologia de / dimensionamento de mercado / previsão: técnicas de / potencial de mercado / energia elétrica : previsão.

ABSTRACT

The methodology for forecasting by means of alternative scenarios based on the interaction between causal subjective models and analytical techniques for market measurement establishes a new framework. It provides a systematic approach to the analysis and forecasting practices in areas such as marketing strategy and business planning.

We begin this thesis with a presentation of two criteria aimed at classifying the forecasting and scenario-generating techniques. As for the former, we considered some attributes which are usually applied to the selection of a suitable method under particular market conditions. Concerning the latter, we based the tipology on some rules generally employed for the specification of alternative scenarios. In both cases, to support our teorethical foundation, the research was carried out by introducing some selected techniques which strongly embody the concepts used in this thesis.

Further analysis of the issue brought on some methods that defined the conceptual model, as for instance, the structural modeling and subjective probabilities.

To back up the feasibility of such proposal, we chose the market supplied by the electric industry. The first step of this procedure was a national survey among electric utilities whose main purposes were: (i) point out the techniques and indicators most commonly used; (ii) consider and compare some factors that

influence the quality of forecasts, such as team size and the extent of communication with external agencies.

Finally, we conducted a practical application of the methodology to the regional market, as regards residential demand for electricity. As for peculiar features, we introduced in our thesis the concepts of simultaneous equations in the analytical side and the consensus analysis technique, which were applied to an exploratory model in the subjective side. The link between such techniques was used to create the scenarios for the prospective demand.

Keywords - scenarios methodology / market measurement / forecasting techniques / market potential / electricity forecasting.

LISTA DE QUADROS

- 01 - Matriz de conexões entre as variáveis
- 02 - Matriz com as direções das conexões
- 03 - Matriz com os sentidos das conexões
- 04 - Tabela de impactos marginais
- 05 - Matriz de dependências
- 06 - Equivalentes numéricos para as probabilidades subjetivas
- 07 - Probabilidades marginais e condicionadas na matriz de impactos
- 08 - Exemplo de mensuração nominal
- 09 - Exemplo de mensuração ordinal
- 10 - Exemplo de mensuração por intervalo
- 11 - Seleção das variáveis relevantes - 1a. rodada
- 12 - Classificação das variáveis relevantes - 1a. rodada
- 13 - Seleção das variáveis relevantes - 2a. rodada
- 14 - Classificação das variáveis relevantes - 2a. rodada
- 15 - Graus de relacionamento entre variáveis - 1a. rodada
- 16 - Graus de relacionamento entre variáveis - 2a. rodada
- 17 - Domicílios ocupados e percentagem de posse de eletrodomésticos
- 18 - Carga média dos eletrodomésticos
- 19 - Consumo anual médio de eletricidade por domicílio
- 20 - Horas de uso de eletrodomésticos
- 21 - Réguas para preenchimento das probabilidades subjetivas

LISTA DE QUADROS (cont.)

- 22 - Probabilidades subjetivas para as variáveis exógenas - 1a. rodada
- 23 - Probabilidades subjetivas para as variáveis exógenas - 2a. rodada
- 24 - Distribuições de probabilidades para as ligações residenciais
- 25 - Distribuições de probabilidades para a carga de eletrodomésticos
- 26 - Distribuições de probabilidades para as horas de uso de eletrodomésticos
- 27 - Distribuições de probabilidades do consumo médio por consumidor
- 28 - Distribuições de probabilidades para o consumo residencial

LISTA DE GRÁFICOS

- 01 - Horizonte de previsão no setor elétrico
- 02 - Métodos para a previsão de mercado
- 03 - Tamanho das equipes
- 04 - Fontes de dados
- 05 - Qualidade das fontes de dados
- 06 - Variáveis utilizadas na previsão de mercado
- 07 - Evoluções históricas para quatro variáveis exógenas
- 08 - Variações do preço médio real da eletricidade residencial
- 09 - Rendimento médio da população por domicílio ocupado

LISTA DE FIGURAS

- 01 - Grafo no primeiro estágio das conexões
- 02 - Conexão simétrica
- 03 - Conexões específicas
- 04 - Grafo com indicação do sinal
- 05 - Grafo dos impactos marginais
- 06 - Exemplos de grafos com fechamento transitivo
- 07 - Acurácia dos instrumentos "A" e "B"
- 08 - Diagrama de influência final

LISTA DE ANEXOS

- 01 - Correspondência encaminhada às concessionárias de energia elétrica
- 02 - Questionário da investigação sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias de energia elétrica na previsão do mercado de eletricidade
- 03 - Mercado de energia elétrica em MWh das concessionárias participantes da pesquisa - ano base 1994
- 04 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 02 - Nível de desagregação e Questão 03 - Horizonte
- 05 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 04 - Método
- 06 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 06 - Qualidade dos dados
- 07 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 05 - Equipe
- 08 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 06 - Disponibilidade dos dados
- 09 - Pesquisa sobre métodos de previsão adotados pelas concessionárias:
Questão 09 - Variáveis utilizadas
- 10 - Variáveis relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial de energia elétrica

LISTA DE ANEXOS (cont.)

- 11 - Variáveis relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial de energia elétrica - classificação 1a. rodada
- 12 - Variáveis relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial de energia elétrica - 2a. e última rodada
- 13 - Variáveis relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial de energia elétrica - classificação 2a. rodada
- 14 - Demanda residencial por energia elétrica - grafos e matrizes
- 15 - Relações de causa e efeito importantes entre as variáveis no mercado residencial de energia elétrica - 1a. rodada
- 16 - Relações de causa e efeito importantes entre as variáveis no mercado residencial de energia elétrica - resultados da 1a. rodada
- 17 - Relações de causa e efeito importantes entre as variáveis no mercado residencial de energia elétrica - 2a. rodada
- 18 - Relações de causa e efeito importantes entre as variáveis no mercado residencial de energia elétrica - resultados da 2a. rodada
- 19 - Demanda residencial por eletricidade - Diagrama de causa e efeito
- 20 - Variáveis utilizadas na previsão da demanda por energia elétrica - POPU, PB/P, PELE, LRES

LISTA DE ANEXOS (cont.)

- 21 - Esquema de cálculo estimativo para as variáveis CELD e HELD
- 22 - Variáveis utilizadas na previsão da demanda residencial por energia elétrica no Paraná - rendimento médio da população e por domicílio, e moradores
- 23 - Preço médio da energia elétrica residencial em número índice - série histórica de 1970 a 1994 ajustada pelo IGP/DI
- 24 - Histórico das variáveis para fins de estimação das relações de dependência
- 25 - Estimativa das probabilidades para as faixas de valores das variáveis exógenas - 1a. rodada
- 26 - Estimativa das probabilidades para as faixas de valores das variáveis exógenas - 2a. rodada

INTRODUÇÃO

É uma tautologia a afirmação de que o planejamento racional implica na análise não apenas dos efeitos imediatos mas também das situações de longo prazo. As consequências de alta ordem, resultantes de perturbações intencionais ou não, modificam os estados futuros e definem a situação de sucesso ou fracasso de um empreendimento.

São várias as alternativas para o longo prazo, muitas das quais, uma vez escolhidas, apresentam um difícil regresso. O segredo para reduzir as chances do insucesso está em imaginar o decisor como se fosse o navegador em uma embarcação, que ao tentar se dirigir para algum destino poderá se encontrar em uma das seguintes situações: (i) confiar apenas na sua sensibilidade e dirigir com base na intuição; (ii) utilizar um barômetro e bússola em conjunto com sua sensibilidade.

As duas possibilidades apresentam níveis de risco bem diferentes, sendo que a análise dos cenários se propõe a aparelhar o decisor com instrumentos que o aproximem da segunda situação. A preocupação básica está em acessar sistematicamente as situações que determinam a dinâmica social e os avanços tecnológicos, como forma de antecipar as possíveis necessidades em termos dos fatores de produção. As alternativas resultantes devem subsidiar o planejamento contingenciado, e visam minimizar os impactos indesejados e otimizar o uso dos recursos escassos.

Quando se tenta utilizar esta forma de raciocínio, surgem duas questões que podem definir qual a postura metodológica a ser adotada:

1. Para onde é possível ir a partir daqui? Quais tendências ou eventos aumentam a certeza de que um conjunto de fenômenos afeta as alternativas delineadas?

2. Para onde desejamos ir a partir daqui? Quais são os objetivos e metas que gostaríamos de atender?

A primeira questão tem maior conexão com as metodologias exploratórias, as quais partem da análise das variáveis, suas interrelações, estados possíveis das variáveis exógenas e alternativas consequentes no longo prazo. A segunda está relacionada aos modelos normativos, que envolvem preferências e escolhas, bem como à seleção prévia dos objetivos e metas que se deseja atingir.

Outra questão complementar a estas duas orientações está ligada às características do problema. Neste caso, o nível de complexidade e a disponibilidade de informações definem a natureza do procedimento, que apresenta cinco alternativas possíveis, todas conectadas a conceitos filosóficos¹:

- analítico: com base em Leibniz, representa modelos formais a partir dos quais deduzem-se percepções a respeito do mundo, com pouca necessidade de dados. Aplica-se a problemas bem definidos conceitualmente e utiliza modelos estruturais interpretativos, árvores de relevância e modelos de simulação;
- empírico: inicia com a coleta de dados, a partir dos quais constrói indutivamente os modelos empíricos na tentativa de explicar os acontecimentos. Com base em Locke, é adequado aos problemas bem definidos e com dados disponíveis, adotando análise de regressão, mensuração de opiniões, técnicas probabilísticas e extrapolação de tendências;
- sintético: introduzido por Kant, combina os dois conceitos anteriores. As teorias se baseiam em dados, cuja coleta está estruturada em modelos já existentes. Adotado para problemas mais complexos e pouco estruturados, se baseia em *checklists*, análise de custo-benefício, matriz de impactos cruzados, teoria da decisão, cenários, análise de sensibilidade;

¹ Mitroff, I.I & Turoff, M., The Whys behind the Hows, IEEE Spectrum, 1973, pg.62-71.

- dialético: Hegel explica as interpretações conflitantes de um conjunto de dados quando confrontadas em um debate, na tentativa de obter uma síntese criativa. É utilizado nas estruturas fracas onde o antagonismo é inerente, e se baseia em procedimentos introduzidos por Mason na técnica dos sistemas de consulta dialética²;
- global: definido por Singer, estabelece procedimentos de questionamento e pressupostos de um modo holístico. Aplicado aos problemas não estruturados que requerem a troca de idéias em situações bem pragmáticas. Utiliza as técnicas de *brainstorm*.

A metodologia proposta neste trabalho é exploratória e segue os princípios filosóficos de Kant, que estabelece o procedimento sintético da busca por informações com base no modelo estrutural de relações causais pré-estabelecido por consenso entre especialistas.

O capítulo 1 apresenta uma tipologia para as técnicas de dimensionamento de mercado. Discute os atributos utilizados na classificação e seleção dos métodos, para em seguida apresentá-los na forma resumida e ajustá-los a estes atributos. São tratadas as diferentes técnicas para séries temporais, econométricas, qualitativas, dentre outras.

O capítulo 2 trata da modelagem, a partir da definição das etapas para a estruturação de modelos causais com base na técnica dos grafos. Passa ainda de modo bastante resumido pelos conceitos da teoria das probabilidades, impactos cruzados e conceitos de mensuração.

O capítulo 3 define conceitualmente os cenários e estabelece uma base para classificação das diferentes metodologias. São observados alguns trabalhos notórios no uso da técnica e classificados segundo a tipologia estabelecida.

² Mason, R.O, A Dialectical Approach to Strategic Planning, Management Science, vol.15-B, n.8, 1969, pg. 403-414.

O capítulo 4 propõe uma metodologia para a elaboração de cenários com base no trabalho dos especialistas, os quais atuam na seleção e especificação do modelo, bem como na atribuição das probabilidades subjetivas. Ocorre uma interação entre estes e as técnicas analíticas para dimensionamento de mercado, garantindo a elaboração de cenários alternativos com alguma base quantitativa.

O capítulo 5 avalia a utilização das previsões na indústria em que se pretende conduzir o estudo de caso. Esclarece como se efetua o planejamento de longo prazo e avalia os resultados de uma pesquisa realizada entre as empresas do setor elétrico brasileiro, com o objetivo de constatar como estas tratam os estudos de mercado com base em diferentes fatores, tais como o nível de desagregação por fonte de energia e por região geográfica, horizonte de previsão, metodologias e variáveis consideradas. Verifica ainda a disponibilidade da força de trabalho, a comunicação com as instituições externas e a disponibilidade e qualidade da informação.

O capítulo 6 efetua a validação da metodologia por meio de um estudo de caso conduzido com a finalidade de prever o mercado de energia elétrica no segmento residencial no Estado do Paraná, para os anos 2000 e 2005. A consulta aos especialistas foi conduzida com o apoio de um grupo selecionado dentre os profissionais da concessionária de eletricidade local.

CAPÍTULO 1 : TIPOLOGIA DAS TÉCNICAS PARA DIMENSIONAMENTO DE MERCADO

O uso das técnicas de previsão começou a se tornar notável logo após a II Guerra Mundial . Nesta época os métodos eram , em sua maioria , intuitivos e com pouca sofisticação matemática. O procedimento mercadológico era orientado para o produto, as estimativas de mercado eram obtidas por extrapolações com o uso de séries temporais ou análise de regressão.

Com o advento da informática na década de 50 e sua rápida expansão nos anos seguintes, a utilização das técnicas de previsão na tomada de decisão experimentou uma forte aceleração. Para o computador foram transferidos todos os cálculos matemáticos, operações lógicas, armazenamento e recuperação de informações, tornando possível, a partir de um paralelo com os avanços na informática, se estabelecer as fases em que houveram modificações na prática de previsão.

Fase I : Ocorrida nos anos 40 até o aparecimento do computador em meados dos anos 50, utilizavam as estimativas por julgamento apoiadas em algum trabalho estatístico como suporte para as previsões de mercado. Assim, para se fazer o lançamento de um produto, as grandes empresas faziam uma extrapolação do potencial de mercado para dez anos utilizando a curva "S" do ciclo de vida do produto, previam o mercado de reposição e realizavam testes primários com usuários potenciais, para verificar sobre a aceitação do produto e assim dimensionar a participação de mercado. Nesta época houve a contribuição pioneira em indicadores de direção para previsões econômicas de Mitchell e Burns³.

³ Mitchell, W.C. & Burns, A.F., Statistical Indicators of Cyclical Revivals, National Bureau of Economic Research, Occasional Paper 69, 1938, e Mitchell, W.C. & Burns, A.F., Measuring Business Cycles, National Bureau of Economic Research, 1946.

Fase II : De meados de 50 até meados de 60. Foi referida como o período da análise univariada, onde os planejadores aprenderam como utilizar o computador para realizar estimativas utilizando séries de tempo. O enfoque era principalmente de curto prazo. Alguns estudiosos contribuíram decisivamente nesta época, como Shiskin⁴ em economia, Brown⁵, Winters⁶ e Dantzig⁷ em pesquisa operacional e, um pouco mais tarde, Box & Jenkins⁸ em séries temporais.

Fase III : Nos dez anos subsequentes, aproximadamente de 1965 a 1975, ocorreu o período dito multivariado, onde os praticantes difundiram o modo de tratamento para mais de uma variável utilizando modelos de regressão múltipla. A grande contribuição foram os modelos econométricos, e neste caso o economista Lawrence Klein⁹ foi o estudioso notável. Vários modelos econométricos com estimativas trimestrais surgiram então, como o Modelo Econométrico de Wharton¹⁰, Brookings¹¹, Friend-Taubman¹², Klein-Goldberger¹³, dentre outros. Outra linha relevante surgiu nas escolas americanas e posteriormente nas empresas

⁴ Autor do método Census II para o Departamento do Comércio dos EUA, cujas versões mais famosas foram a X-9 e X-11. Vide: Shiskin, J., Electronic Computers and Business Indicators, National Bureau of Economic Research, Occasional Paper 57, 1957, e Shiskin, J., Young, A.H., Musgrave, J.C., The X-11 Variant of the Census II Method Seasonal Adjustment Program, Bureau of the Census, Technical Paper nº 15, 1961.

⁵ Brown, R.G., Statistical Forecasting for Inventory Control, Mc-Graw-Hill, New York, 1959, e Brown, R.G. Smoothing Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Prentice-Hall, Englewood Cliff, 1963.

⁶ Winters, P.R., Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, Management Science, vol.6, 1960, pg.324-342.

⁷ Dantzig, G., Linear Programming and Extensions, Princeton University Press, Princeton, 1963.

⁸ Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden Day, San Francisco, 1970.

⁹ Klein, L.R., Essays in Industrial Econometrics, University of Pennsylvania, Philadelphia, 1971, vol.1-3, e Klein, L.R., An Introduction to Econometrics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1962.

¹⁰ Evans, M.K., Macroeconomic Activity: Theory, Forecasting and Control, Harper and Row, 1969, e Evans, M.K. e Klein, L.R., The Wharton Econometric Forecasting Model, University of Pennsylvania, Philadelphia, 1967.

¹¹ Duesenberry, J.S., Fromm, G, Klein, L.R. and Kuh, E., eds., The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States Economy, Rand McNally, 1965.

¹² Friend, I. e Taubman, P., A Short-Term Forecasting Model, Review of Economics and Statistics, 46, 1964, pg.229-236.

¹³ Klein, L.R. e Goldberger, A.S., An Econometric Model of the United States: 1929-1952, North-Holland, 1955.

foi a análise da decisão, com importantes colaborações de Hammond¹⁴, Raiffa¹⁵ e Schlaifer¹⁶.

Fase IV : Ocorrida a partir de 1975 até hoje, foi motivada principalmente pela recessão mundial causada por uma variação dramática nos preços do petróleo. A grande preocupação era de como implementar todo o conhecimento obtido nas décadas anteriores sobre a utilização do computador em trabalhos de previsão. Lançou o sistema de previsão total com a introdução dos sistemas ecléticos¹⁷ e informações por julgamento¹⁸.

A variedade de técnicas disponíveis para a previsão das situações futuras a partir de então tem sido imensa. Inicia-se com os procedimentos que não possuem qualquer fundamentação científica, como a simples repetição de valores, e se estende até modelos que primam por uma fundamentação complexa e mais sofisticada. Segundo Makridakis e Wheelwright¹⁹, "a efetiva seleção da metodologia de previsão para uma dada situação possui dois pré-requisitos. Primeiro, um grupo de alternativas deve ser compreendido e reconhecido. Segundo, deve existir um procedimento sistemático para comparar as forças e fraquezas entre métodos alternativos em diferentes situações".

O objetivo deste capítulo está em descrever uma tipologia para as técnicas de previsão com base em certos atributos. Isto porque, como se observará adiante, a escolha do método mais adequado está condicionada a uma série de fatores, tais como a disponibilidade de dados históricos, confiabilidade, e assim por diante.

¹⁴ Hammond, J.S., Better Decisions with Preference Theory, Harvard Business Review, Nov-Dec, 1967, pg.123-141.

¹⁵ Raiffa, H., Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty, Addison-Wesley, 1968.

¹⁶ Schlaifer, R.O., Analysis of Decisions Under Uncertainty, Mc-Graw Hill, 1968.

¹⁷ Inclui os modelos objetivos de coeficientes estruturais, os sistemas gráficos, *surveys*, indicadores de direção e métodos econométricos sofisticados.

¹⁸ São consideradas os painéis de especialistas, mesas redondas, analogia histórica, informações subjetivas, dentre outras.

¹⁹ Makridakis, S. e Wheelwright, S.C., Forecasting: Methods and Applications, John Wiley & Sons, 1978, pg.566.

A organização adotada aqui é essencial para estabelecer um conjunto de prioridades, de tal modo que aquilo que se considera como de maior importância na prática possua prerrogativa no ato de escolha do método. Isto possibilita a eliminação rápida de várias técnicas identificadas como inadequadas por algum critério que associe necessidades com disponibilidades.

1.1. ATRIBUTOS UTILIZADOS NA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE MÉTODOS

Um procedimento racional para apoiar na seleção da forma de previsão mais adequada à solução de determinado problema é estabelecido por meio da especificação de uma lista de atributos que afetam de modo relevante as preferências do planejador. Para facilitar a comparação, as técnicas serão classificadas a partir de algumas destas características descritas a seguir.

ACURÁCIA

A *acurácia* é um dos fatores mais importantes. O conceito está intimamente ligado a mensuração do erro e na habilidade de determinada técnica produzir previsões confiáveis. A importância em acertar não reside apenas na eficiência do método, mas também na identificação de situações secundárias que acabam nela se refletindo, tais como a insuficiência ou baixa confiabilidade das informações. Na presente classificação, *acurácia* é um indicador utilizado para medir :

- o "ganho" adicional que pode ser obtido em dada situação, quando da utilização de um método mais sofisticado relativo àquele de previsão ingênua (técnicas simples sem complexidade, a exemplo da média dos três últimos meses);
- o distanciamento entre uma dada situação de previsão e o que se poderia considerar como o conjunto de resultados perfeitos; o quanto seria necessário ainda vencer para que se atingisse este ponto ideal;

- o comportamento dos erros, seu grau de incidência e distribuição, cujas informações vem a subsidiar na identificação das causas e nos procedimentos mais adequados para atuar no sentido de minimizá-las.

Não existe um critério padronizado para mensurar acurácia, entretanto, ocorrem alternativas bastante comuns pela praticidade e grau de informação. Uma das utilizadas pela maioria dos planejadores é o *erro médio quadrático* (EMQ), definido como:

$$EMQ = \sum (X_i - F_i)^2 / n, \quad i=1...n \quad [1.1]$$

onde: X_i : valores realizados

F_i : valores previsto

n : número de valores

Neste caso, o objetivo da melhoria no trabalho de previsão está em otimizar o valor de EMQ através da sua minimização.

Algumas falhas são subjacentes a esta medida. A primeira está presente na maioria das previsões baseadas em séries temporais, neste caso, erros cíclicos e sazonais tendem a ser desprezados em favor de uma distribuição mais aderente das previsões em relação a maioria das observações. Outro problema é que, formulada desta maneira, a medida atribui pesos idênticos aos erros ocorridos em observações distantes e àqueles recentes. É notório que, em ambos os casos, técnicas de ponderações tem sido introduzidas na fórmula para reduzir estes problemas. A segunda falha é de natureza intrínseca, uma vez que por se tratar de uma medida que atua diretamente sobre os resultados, desconsidera os princípios e peculiaridades do método que os gerou. Cada procedimento é sensivelmente diferente no modo com que minimiza o EMQ para o ajustamento dos dados.

Sendo assim, algumas medidas alternativas tem sido utilizadas para inferir o erro de ajustamento, de modo a permitir a expressão em termos relativos e/ou a comparabilidade entre métodos.

O Erro Médio Absoluto Percentual (EMAP) adotado por Makridakis & Wheelwright²⁰.

$$EMAP = 100 * \sum | (X_i - F_i) / X_i | / n \quad , \quad i=1...n \quad [1.2]$$

O valor obtido para EMAP deve ser inferior a NF1 que corresponderia a uma medida similar obtida da estimativa ingênua que utiliza a informação mais recente como estimativa do período seguinte:

$$NF1 = 100 * \sum | (X_i - X_{i-1}) / X_i | / n-1 \quad , \quad i=2...n \quad [1.3]$$

Para séries sazonais faz-se:

$$NF2 = 100 * \sum | (X_i' - X_{i-1}') / X_i' | / n-1 \quad , \quad i=2...n \quad [1.4]$$

onde X_i' é o ajustamento sazonal de X_i .

Outro comparador é obtido pelo isolamento do "ruído branco", ou seja, a medida resulta do mesmo procedimento adotado em NF1 com a diferença de que as observações são resíduos puros, isolados da série realizada (anomalias, situações atípicas e ruídos que vieram a distorcer o desenvolvimento natural da série). Chama-se *erro da previsão ótima* ou EMAP(PO), servindo assim como indicador do valor mínimo ideal para EMAP:

$$EMAP(PO) = 100 * \sum | (R_i - R_{i-1}) / R_i | / n-1 \quad , \quad i=2...n \quad [1.5]$$

onde R_i é o ruído branco.

²⁰ Makridakis, S. e Wheelwright, S.C., 1978, op.cit., pg.570.

Theil²¹ desenvolveu um método que combina estas características, chamado *Estatística U*, o qual trata de forma quadrática as diferenças entre as estimativas formais e aquelas obtidas por técnica ingênua de previsão.

Nas equações [1.6] a [1.8], as variáveis FPE e APE indicam as variações relativas dos dados previstos e realizados, respectivamente.

$$U = \sqrt{ \left[\sum (FPE_{i+1} - APE_{i+1})^2 / (n-1) \right] / \left[\sum APE_{i+1}^2 / (n-1) \right] } \quad [1.6]$$

$$FPE_{i+1} = (F_{i+1} - X_i) / X_i \quad [1.7]$$

$$APE_{i+1} = (X_{i+1} - X_i) / X_i, \quad i=1 \dots n-1 \quad [1.8]$$

Dependendo do valor de U, diz-se que em relação ao procedimento formal, a técnica ingênua é:

U = 1 : tão eficiente quanto;

U < 1 : menos eficiente;

U > 1 : mais eficiente.

Outra forma objetiva de se analisar a acurácia está na utilização do periodograma, uma representação ortogonal na qual os resíduos estão contidos nas ordenadas e o tempo ou uma variável independente "forte" nas abcissas. É possível assim se ter uma visão espacial de um problema frequente de inacurácia que as medidas anteriores não contemplam, qual seja a independência serial de primeira ordem dos resíduos. Caso a distribuição destes não seja aleatória, deveremos estar muito distantes do ruído branco e, por consequência, tratando com um modelo cujos parâmetros ainda não foram bem determinados. Este problema é chamado de autocorrelação serial dos resíduos, cuja medida utilizada para tratar analiticamente este problema é o teste de Durbin Watson²²:

²¹ Theil, H., *Applied Economic Forecasting*, North Holland Publishing, Amsterdam, 1966, pg.26-32.

²² Vide Johnston, J., *Métodos Econométricos*, Atlas, São Paulo, 1971, pg.210-217.

$$DW = [\sum (R_{i+1} - R_i)^2] / (R_i + \sum R_{i+1})^2 , i = 1...n-1 \quad [1.9]$$

onde R_i é o resíduo obtido pelo método formal e DW a medida que deve ser comparada com uma tabela de estatísticas máximas e mínimas que identificam a existência de tal problema.

Quando tratamos com correlações seriais de mais alta ordem devemos utilizar índices de autocorrelação defasados.

É de se esperar que a acurácia de um método esteja intimamente ligada a uma função de custo. Assuma por exemplo, que alguém deva tomar uma decisão com base em previsões. Isto sugere que qualquer tipo de erro que venha a ocorrer impactará em uma penalização de custo, e quanto melhor a previsão maiores serão as economias que incidirão sobre esta função-custo. Esta problemática faz parte da sociedade, obrigando-a a se planejar e a atuar de modo permanente sobre a antecipação das causas que atuam nos resultados futuros. Esta é a própria essência do trabalho de previsão e do planejamento empresarial.

No planejamento da produção e controle de estoques pode-se constatar que aumentos na acurácia das previsões acarretam a redução do nível dos estoques de segurança. Neste caso, administrador e planejador devem ponderar sobre o custo para se obter previsões de demanda cada vez mais confiáveis contra as economias decorrentes de se gerenciar estoques mais "enxutos".

Muitos trabalhos empíricos revelam que a avaliação das técnicas pode ser desenvolvida pelas medidas de desempenho baseadas na acurácia. Constatações como esta não deixam de representar uma grande preocupação, pois muitos analistas encerram o processo de avaliação tão logo este indicador tenha sido contemplado.

HORIZONTE DE PREVISÃO

Aquilo que se considera como curto e longo prazos é extremamente circunstancial, dependendo da variável que se está analisando e do tipo de informações disponíveis sobre ela. Assim, em previsões do tempo, pode-se considerar 24 horas como um prazo curto, e uma semana um prazo longo. Para o caso do planejamento do sistema elétrico, o prazo imediato pode ser de três meses, o curto prazo de um ano, o médio prazo de 5 anos e o longo prazo de 50 anos.

Um dos principais motivos em que o horizonte de previsão é particularmente importante na seleção do método está na relevância relativa que diferentes componentes passam a ter quando o período aumenta. No curtíssimo prazo o efeito aleatório é o mais preocupante. Quando passamos para o curto e médio prazos as componentes sazonal e cíclica passam a dominar. No longo prazo apenas a tendência importa.

Considerando-se apenas pela ótica deste atributo, os métodos qualitativos e tecnológicos são mais adequados para períodos muito longos, entretanto, os quantitativos podem ser utilizados em qualquer das situações. Métodos de amortecimento são melhores para o curto prazo, quando o tempo vai aumentando os modelos autoregressivos-médias móveis²³ (ARMA) passam a ser considerados, no médio para longo prazos os modelos de regressão, econométricos e as técnicas qualitativas são mais adequados.

Diretamente ligado ao horizonte de previsão está a questão das estimativas que se desenvolvem para um período único ou em multiperíodos. Segundo Makridakis e Wheelwright²⁴, previsões que envolvem multiperíodos tendem a ser mais acuradas, uma vez que nos instantes iniciais, quando o futuro ainda não está tão distante, os erros acumulados tendem a ser menores.

²³ Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., 1970, op.cit.

²⁴ Makridakis, S. e Wheelwright, S.C., 1978, op.cit., pg.588-589.

CUSTO

Ocorrem três fontes principais de custo na utilização dos métodos de previsão: (i) os decorrentes da necessidade de coleta de informações; (ii) do desenvolvimento do modelo; (iii) da operação e manutenção.

A primeira inclui os custos incorridos no acesso às informações. São questionários a serem elaborados, treinamento e manutenção dos pesquisadores que atuam na coleta dos dados, testes destrutivos ou de demonstração que representam perdas, esquemas operacionais de divulgação, viagens, observações, tabulação e consistência dos dados. A obtenção dos registros primários é sempre mais onerosa que as pesquisas em fontes secundárias.

A segunda se observa no desenvolvimento do modelo, que passa por uma fase de formação da equipe, aprendizado e assimilação da técnica, adequação das facilidades computacionais que podem envolver a aquisição de software e/ou hardware, implantação, customização, testes e controle.

A última inclui o custo das áreas de memória secundária, dos dispositivos de entrada e saída de dados do computador, das necessidades de digitação e consistência, serviços de *backup*, da construção e transmissão das bases de dados, do preparo do modelo e dos arquivos para as novas rodadas, reflete todo o custo de processamento e manuseio das informações.

FACILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO

Alguns fatores influenciam a operacionalização de um modelo de previsão, tais como o tempo dispendido no preparo do ambiente computacional e arquivos de dados antes de cada rodada, a complexidade intrínseca da técnica, o embasamento que os analistas devem possuir para conseguir entendê-la, o acoplamento e grau de dependência desta com outras estruturas.

A necessidade de se dispor de muito tempo para a implantação e disponibilização das informações é um fator imensamente restritivo para um grande conjunto de modelos subjetivos, onde lideram aqueles que utilizam coeficientes estruturais, como as pesquisas de mercado, as matrizes de insumo/produto (I/O) e, no setor elétrico, o MEDEE²⁵ e o MAED²⁶.

A complexidade do estudo e a necessidade de um conhecimento sólido por parte do planejador tem sido um fator limitador na operação da maioria dos sistemas econométricos e em séries temporais mais elaboradas, como o ARIMA multivariado²⁷. Problemas como este fazem com que as empresas adotem de início os procedimentos mais simples, evoluindo a partir de então à medida que surgem analistas com habilidade específicas para tratar destes problemas .

Situações que evidenciam o alto grau de dependência da técnica com outras estruturas conceituais estão presentes na econometria, a qual requisita um conhecimento sólido de álgebra, estatística e economia; e na elaboração de cenários, que requisita um domínio de teoria das probabilidades, modelagem e ciências sociais.

TRANSPARÊNCIA

Observa-se que na medida em que as técnicas de previsão se tornam mais sofisticadas em termos algébricos, maior passa a ser o distanciamento entre o

²⁵ Vide: Chateau, B. e Lapillone, B., La Prévision à Long Terme de la Demande d'Energie: Essai de Renouvellement des Méthodes, Thèse de 3e cycle, Institut Économique et Juridique de l'Université de Grenoble, 1977, e Lapillone, B., Medee-2: A Model for Long Term Energy Demand Evaluation, International Institute for Applied Systems Analysis, Rep.RR-78-17, Laxenburg, Austria, 1978, onde MEDEE significa *Méthode pour Évaluer la Demande d'Energie*.

²⁶ International Atomic Energy Agency, Model for Analysis of Energy Demand: Maed-1 Version, User's Manual, IAEA TecDoc-386, Vienna, 1983.

²⁷ Tiao, G.C. e Box, G.E.P., Modeling Multiple Time Series with Applications, Journal of the American Statistical Association, v.76, Dec/1981, pg.802-816.

poder de explicação dos resultados pelo modelo e a capacidade de compreensão pelo tomador de decisões.

Acontece o que Beck²⁸ definia como *paralisia através da análise*, ou seja, a tentativa em se alocar um esforço importante na gestão e coleta dos dados, e em sistemas mais complexos, com o objetivo de se produzir estimativas mais fidedignas e planos com maior confiabilidade, acarreta em uma sistemática de difícil gerenciamento. Fica complicado para o interessado avaliar se os procedimentos utilizados *casam* com as suas premissas, estas não tem contato com a estrutura causal do modelo, não a compreende, e pode até desconfiar dos seus resultados.

Portanto, quanto maior a transparência maior a compreensão sobre a metodologia e os pressupostos, acarretando uma maior participação por parte de quem decide. Neste caso, as técnicas subjetivas são bem mais atraentes que as quantitativas.

DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÕES

Várias técnicas não apresentam desempenho razoável sem que haja suficiente disponibilidade de informações. Neste caso, pressupõe-se que houve depuração e consistência dos dados, descartando-se a possibilidade da existência dos erros de amostragem. As informações podem ser coletadas de modo primário ou secundário e disponibilizadas para tratamento por alguma técnica formal. Algumas se desenvolvem ao longo do tempo, sendo denominadas séries históricas. São essencialmente quantitativas e possuem alguma constância. Esta regularidade é isolada por meio de componentes:

- horizontal: os dados flutuam em torno de uma média constante, sendo a série dita *estacionária* em torno da média;

²⁸ Beck, P.W., Corporate Planning for an Uncertain Future, Long Range Planning, v.15, n.4, 1982, pg.16.

- sazonal: quando há uma alternância regular com a série, causada por efeitos externos tais como o clima, datas festivas, períodos de férias e eleições;
- cíclica: os dados são influenciados por flutuações econômicas de longo prazo chamadas ciclos. São exemplos as depressões econômicas e os períodos de guerra;
- tendência: ocorre quando um aumento ou decréscimo sistemático de longo prazo é identificado, como o crescimento populacional, as variáveis econômicas, o custo de vida, dentre outros.

Outras informações ocorrem independentes do tempo, sendo denominadas *cross-section*. Podem ser quantitativas ou qualitativas e refletem dados relacionados ou comparáveis em certo período. O produto interno bruto dos vários países, a lucratividade das empresas de determinada indústria, o consumo de eletricidade dos estados brasileiros, são alguns exemplos.

A disponibilidade de informações cria um fator extremamente restritivo para o uso de uma ampla variedade de técnicas. Assim, regiões e empresas que realizam medições e coleta de dados periodicamente ao longo dos anos, possuem condições de fazer uso de técnicas mais elaboradas, tais como os modelos econométricos. A confiabilidade dos dados de entrada é o fator básico para que as previsões apresentem bom desempenho, pois de nada adianta a utilização de modelos sofisticados quando a qualidade das informações é baixa.

FLEXIBILIDADE

Entende-se por flexibilidade a capacidade que o modelo apresenta em conseguir refletir mudanças no ambiente interno e no ambiente externo. O primeiro caso pode se manifestar de duas maneiras: (i) o planejador interfere nas variáveis ditas controláveis, situação na qual a condição de flexibilidade é atendida pela maioria das técnicas; (ii) ou altera a estrutura das relações entre as variáveis do modelo, e

neste caso são as técnicas recursivas como o filtro de Kalmann ou as cadeias de Markov que conseguem incorporar as modificações nas variáveis de estado ou parâmetros. No segundo caso, quando o ambiente externo está sujeito a fortes descontinuidades, não há técnica quantitativa que se adapte facilmente às mudanças. Situações de exceção ocorrem quando há alguma regra de recorrência dos fenômenos, nem sempre bem explícita, onde neste caso as técnicas autoregressivas são eficientes. Na maioria das situações, entretanto, os analistas são obrigados a recorrer às técnicas mais flexíveis, baseadas em julgamento e intuição, e aos cenários de futuros alternativos.

Duas capacidades interessantes de algumas técnicas estão em: (i) antecipar possíveis mudanças de direção (*turning points*) quando são detectados alguns sinais dos indicadores que fazem parte da estrutura causal do modelo; (ii) responder prontamente a estas mudanças, comportamento este que denota uma grande suficiência do modelo em incorporar variáveis e relacionamentos que respondam de imediato a estas variações. A qualidade do método em se comportar com consistência quando sujeito a diferentes estímulos é denominada *robustez*.

1.2. CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PREVISÃO

Várias são as possibilidades de se rotular as técnicas disponíveis. A tipologia proposta utiliza os atributos descritos anteriormente, de tal modo que o método de classificação possa vir a ser utilizado como um referencial no processo de escolha. Estes fatores devem ser constantemente ponderados segundo os valores do analista, de modo a resultar no procedimento mais adequado para previsão. A título de ilustração, pode ocorrer uma situação na qual se deseje um método cuja principal característica seja de utilizar da forma mais eficiente as informações disponíveis. Neste caso, aqueles que possuem grande acurácia, mas

que requisitam informações não existentes ou muito caras para se obter, deverão ser preteridos em favor dos métodos mais diretos.

As previsões, que não são nada além de rascunhos de um provável futuro, não são por si só suficientes para o balizamento de um planejamento bem elaborado. Para ilustrar, supondo que haja interesse na avaliação dos efeitos que certas ações mercadológicas venham a ocasionar nas vendas, é importante que a técnica adotada possua um grau de transparência tal que fiquem evidentes as modificações derivadas em toda a malha de variáveis, por conta destas ações. Esta atividade faz parte das premissas do processo de planejamento, e requisita uma atenção especial para a escolha do método.

O critério de classificação adotado se propõe a apresentar as técnicas segundo os seguintes atributos:

tipo	quantitativo / qualitativo
acurácia	limitada / regular / boa, e restrições
horizonte de previsão	curto / médio / longo prazo
facilidade de implementação	fácil / médio / difícil
custo	inexistente / pequeno / médio / alto
transparência	singela / pequena / média / grande
disponibilidade de informações	séries curtas/longas, demanda peq/grd
flexibilidade interna	reflete ou não a mudança de estados
flexibilidade externa	insensível / muda estados, e restrições
detecta mudanças de direção	sim / não, e restrições
responde a mudanças de direção	sim / não, e restrições

Com o intuito de apoiar a tarefa de seleção dos métodos mais adequados à metodologia a ser proposta, algumas técnicas serão investigadas e classificadas segundo o critério anteriormente descrito. Embora esteja longe de se constituir em uma pesquisa exaustiva, esta considera as possibilidades que, seja na forma

original ou adaptadas, fazem parte da vasta maioria dos trabalhos de previsão. Por coerência, a ordem de apresentação se realizará a partir das séries temporais, passando pelas quantitativas causais e se finalizando com as subjetivas.

EXTRAPOLAÇÃO INGÊNUA

Trata da adoção de simples atitudes, sem qualquer complexidade algébrica, na tentativa de se determinar resultados de curto prazo. Pode ser um simples palpite, a repetição da informação mais recente em [1.10], a aplicação de uma taxa de crescimento em [1.11] ou a média de alguns valores mais recentes em [1.12].

$F_{t+1} = F_t$ [1.10]

$F_{t+1} = b * F_t$, onde "b" é uma taxa qualquer; [1.11]

$F_{t+1} = (\sum X_i) / N$, i = 1...N [1.12]

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	limitada
horizonte de previsão	curtíssimo prazo
facilidade de implementação	nenhuma dificuldade
custo	inexistente
transparência	singelo
disponibilidade de informações	precisa de poucos dados
flexibilidade interna	pode refletir alterações
flexibilidade externa	insensível
detecta mudanças de direção	não
responde a mudanças de direção	sim

AMORTECIMENTO POR MÉDIAS MÓVEIS SIMPLES

Consiste em tomar um conjunto de valores observados e extrair sua média, utilizando-a como previsão para o período seguinte. O termo médias móveis é utilizado porque a cada observação mais recente disponível, esta se incorpora ao conjunto, sendo a informação mais antiga excluída, ocorrendo então o recálculo de uma nova média para a próxima previsão. Assim, o número de dados que participam da média é sempre constante e inclui as observações mais recentes.

$$F_{t+1} = [(X_t - X_{t-N}) / N] + F_t$$

[1.13]

- onde: F_{t+1} : previsão;
- X_t : informação mais recente;
- X_{t-N} : informação mais antiga;
- N : número de períodos.

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	limitada a condições estáveis
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	nenhuma dificuldade
custo	pequeno
transparência	singelo
disponibilidade de informações	necessita de séries
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	insensível
detecta mudanças de direção	não
responde a mudanças de direção	lento

AMORTECIMENTO EXPONENCIAL SIMPLES

Parte do pressuposto de que a observação mais recente contém mais informações sobre o futuro do que as anteriores. Isto implica em uma forma de estimativa não-linear que requisita apenas dois pontos.

$F_{t+1} = (\alpha * X_t) + ((1 - \alpha) * F_t)$ [1.14]

- onde: F_{t+1} : previsão;
 X_t : informação mais recente;
 α : constante de amortecimento entre 0 e 1.

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	limitada no curto prazo
horizonte de previsão	curto e médio prazos
facilidade de implementação	nenhuma dificuldade
custo	pequeno
transparência	singelo
disponibilidade de informações	apenas o dado recente
flexibilidade interna	reflete alterações
flexibilidade externa	razoavelmente sensível
detecta mudanças de direção	sim
responde a mudanças de direção	depende de α

AMORTECIMENTO EXPONENCIAL LINEAR E SAZONAL DE WINTERS²⁹

Está baseado em três equações, cada qual amortecendo o parâmetro associado com uma das componentes - estacionária, linear e sazonal. Se trata de uma técnica que apresenta alguma melhoria sobre aquela proposta por Holt³⁰, pois confere um tratamento específico para a sazonalidade.

$$S_t = \alpha * (X_t / I_{t-\delta}) + (1 - \alpha) * (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad [1.15]$$

$$b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1} \quad [1.16]$$

$$I_t = \gamma * (X_t / S_t) + (1 - \gamma) * I_{t-\delta} \quad [1.17]$$

$$F_{t+m} = [S_t + (b_t * m)] * I_{t-\delta+m} \quad [1.18]$$

onde: S_t : série amortecida simples;

X_t : série original;

δ : tamanho da sazonalidade em períodos;

α : constante de amortecimento estacionária;

β : constante de amortecimento linear (tendencial);

γ : constante de amortecimento sazonal;

b_t : série amortecida tendencial;

I_t : série amortecida sazonal;

F_{t+m} : previsão para o "m-ésimo" período futuro.

²⁹ Winters, PR., Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, Management Science, v.6, 1960, pg.324-342.

³⁰ Holt, C.C., Forecasting Seasonal and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages, Office of Naval Research, Research Memorandum n.52, 1957.

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	razoável para previsões de curto prazo
horizonte de previsão	curto e médio prazos
facilidade de implementação	fácil
custo	pequeno
transparência	ruim
disponibilidade de informações	necessita de série histórica
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	razoavelmente sensível
detecta mudanças de direção	com atraso
responde a mudanças de direção	depende das constantes

DECOMPOSIÇÃO CLÁSSICA

Os modelos de decomposição tratam as séries temporais como desenvolvimento ocasionado por quatro componentes características, a sazonalidade (I_t), tendência (T_t), ciclicidade (C_t) e aleatoriedade (E_t). O procedimento básico consiste em remover as três componentes com variação determinável, deixando o remanescente para o fator aleatório, que deve conter todas as oscilações sem explicação analítica. A forma mais usual para este método é a multiplicativa, na forma:

$$X_t = I_t * T_t * C_t * E_t \tag{1.19}$$

As etapas do procedimento são as seguintes³¹:

1. calcular a média móvel baseada no período da sazonalidade: doze termos para anual, quatro para trimestral, e assim por diante;
2. dividir os dados originais pelo correspondente valor da média móvel, resultando nos índices de sazonalidade;
3. remover a aleatoriedade dos índices de sazonalidade através da média obtida dos valores correspondentes. Como exemplo, em períodos anuais são calculadas as médias de todos os índices correspondentes, os quais se constituem nos coeficientes de sazonalidade;
4. dividir os dados originais pelos coeficientes de sazonalidade de modo a extrair a série desazonalizada, a qual ainda inclui as demais três componentes: tendência, ciclicidade e aleatoriedade;
5. remover a aleatoriedade por meio do cálculo da média móvel de três ou cinco valores desazonalizados, obtendo uma série com tendência e ciclicidade;
6. isolar a tendência utilizando uma relação linear pelo método dos mínimos quadrados;
7. dividir os valores resultantes da etapa (5) pelas tendências da etapa (6), no que resultam os índices da ciclicidade;
8. para preparar uma previsão, a tendência obtida para certo período é multiplicada pelas correspondentes sazonalidade e ciclicidade.

Como passos complementares:

9. centrar as médias moveis (i.e. posicionar no centro das "n" médias) em (1) quando o número de termos médios for par. Quando o período de sazonalidade for ímpar a média estará automaticamente centrada;
10. utilizar o índice medial, simplesmente removendo o maior e o menor índices médios no passo (3), isto reduzirá as chances da ocorrência de *outliers* e resultará na maior estabilidade do coeficiente sazonal.

³¹ Vide McLaughlin, R.L., Time Series Forecasting, Marketing Research Technique, Series n.6, American Marketing Association, 1962, e Burman, J.P, Seasonal Adjustment - A Survey, TIMS Studies in Management Sciences, v.12, North Holland, 1979, pg.45-57.

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	boa para previsões de curto prazo
horizonte de previsão	curto prazo
facilidade de implementação	fácil
custo	pequeno
transparência	razoável
disponibilidade de informações	necessita de série histórica
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	pouco sensível
detecta mudanças de direção	com atraso
responde a mudanças de direção	lento

BOX & JENKINS³²

Este método, introduzido pelos dois autores no início dos anos 70, apresenta como principal característica a conjugação das técnicas autoregressivas com as médias móveis por meio de um procedimento sistemático, cujas principais etapas são:

1. Identificação: selecionar um modelo autoregressivo (AR) com defasagens sucessivas até a ordem "p" e médias móveis (MA) com número de períodos até "q" de uma série de tempo estacionária de tamanho "n", de tal modo que o ARMA(p,q) será:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad [1.20]$$

A escolha dos *cortes* adequados para "p" e "q" depende do exame nos coeficientes de autocorrelação e autocorrelações parciais:

³² Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., 1970, op.cit.

- verificar se a série é estacionária, em caso contrário, proceder a transformação dos dados pela diferenciação. Neste caso, o modelo integrado (I) é representado por ARIMA (p,r,q);
 - examinar as autocorrelações e autocorrelações parciais preferencialmente na forma gráfica, identificando aquelas que tendem exponencialmente a zero;
 - aquelas que forem significativamente diferentes de zero determinarão as ordens do autoregressivo e das médias móveis.
2. Estimação e testes: devem ser estimados os parâmetros ϕ e θ da equação especificada no ARMA(p,q). A técnica utilizada parte da inicialização de valores e a computação por aproximação sucessiva visando minimizar o erro médio quadrático;
 3. Verificação: teste da equação resultante para constatar a inexistência de autocorrelação serial dos resíduos por meio da aplicação do teste qui-quadrado;
 4. Previsão: utilização do modelo final para a estimação de valores.

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	ótima para previsões de curto prazo
horizonte de previsão	curto prazo
facilidade de implementação	moderada
custo	moderado
transparência	pequena
disponibilidade de informações	necessita de longa série histórica
flexibilidade interna	nenhuma
flexibilidade externa	moderada em relação à tendência
detecta mudanças de direção	apenas se detectada por componente
responde a mudanças de direção	rapidamente

FILTRAGEM ADAPTATIVA³³

Uma combinação ponderada entre os resultados estimado e realizado, alterados sistematicamente para refletir as mudanças nas componentes. O método consiste na estimação inicial dos parâmetros por mínimos quadrados não-lineares e minimização do erro médio quadrático por meio de um vetor gradiente que é ajustado iterativamente. O método introduzido por Widrow³⁴ tem por característica importante a habilidade em ajustar os parâmetros recursivamente assim que novas informações tornam-se disponíveis, tornando-os flexíveis ao longo do tempo.

$$W_i' = W_i + K.e^2 \quad [1.21]$$

onde W_i pode ser tanto um parâmetro autoregressivo AR quanto média móvel MA, e ∇e^2 é o vetor gradiente do erro quadrático e^2 , definido como segue para os diferentes processos:

- autoregressivo: $\phi_i' = \phi_i + 2Ke_t X_{t-i}$ obtido pela derivação parcial de e^2 em relação ao parâmetro ϕ_i . [1.22]

- médias móveis: $\theta_i' = \theta_i + 2Ke_t e_{t-i}$ obtido pela derivação parcial de e^2 em relação ao parâmetro θ_i . [1.23]

³³ Makridakis, S. e Wheelwright, S.C., 1978, op.cit., pg.276-327.

³⁴ Widrow, B., Adaptive Filters I: Fundamental, Stanford University Technical Report nº 67 64-6, Systems Theory Laboratory, 1966.

- mixto ARMA: $\phi_i' = \phi_i + 2Ke_tX_{t-i}$ e $\theta_i' = \theta_i + 2Ke_te_{t-i}$ obtidos pela derivação parcial de e^2 em relação aos parâmetros ϕ_i e θ_i . [1.24]

tipo	quantitativo, série de tempo
acurácia	boa para previsões de curto prazo
horizonte de previsão	curto prazo
facilidade de implementação	simples
custo	baixo
transparência	pequena
disponibilidade de informações	pouca
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	moderada em relação à tendência
detecta mudanças de direção	sensível
responde a mudanças de direção	rapidamente

REGRESSÃO SIMPLES³⁵

Técnica utilizada para resolver modelos causais do tipo $Y_i = f(X_i)$, onde X_i é a variável explicativa ou independente e Y_i é aquela influenciada ou dependente. Os passos para se resolver um problema de regressão simples são:

1. identificação: na tentativa de estimar Y_i , deve se avaliar qual a variável de causa X_i que além de ser eficiente na explicação das suas variações seja ainda facilmente instrumentalizada, ou seja, possa ser antecipada sem grandes dificuldades ou possa ser manipulada em ensaios do tipo *o que aconteceria se*;
2. especificação da relação funcional: a forma mais simples é a linear, em que o gradiente $\Delta Y_i / \Delta X_i$ é sempre constante. Outras formas não-lineares são possíveis, obtidas por um procedimento de transformação das séries denominado *anamorfose*. A avaliação da melhor curva é inicialmente realizada

³⁵ Johnston, J., op.cit., 1971, pg.19-81.

de forma gráfica, pela observação do diagrama de dispersão X_i - Y_i , sendo em seguida comparados os coeficientes de determinação entre as diferentes alternativas;

3. estimação dos parâmetros: a reta $Y_i = \alpha + \beta X_i + e_i$ é obtida pela técnica dos mínimos quadrados ordinários (OLS), a qual estabelece:

$$E(e_i) = 0; \quad [1.25]$$

$$E(e_i)^2 = \text{mínimo}; \quad [1.26]$$

$$E(e_i e_j) = 0 \text{ para todo } i \neq j; \quad [1.27]$$

$$E(e_i e_j) = \sigma_e^2 \text{ para todo } i=j. \quad [1.28]$$

Assim, obedecidos as hipóteses básicas, α e β são obtidos:

$$\beta = \sum x_i y_i / \sum x_i^2 \quad [1.29]$$

$$\alpha = (\sum Y_i)/n - \beta(\sum X_i)/n \quad [1.30]$$

$$x_i^2 = [X_i - (\sum X_i)/n]^2 \quad [1.31]$$

$$x_i y_i = [X_i - (\sum X_i)/n].[Y_i - (\sum Y_i)/n] \quad [1.32]$$

4. testes: o objetivo está em saber se α e β são os melhores estimadores de mínimos quadrados, e se não está ocorrendo nenhuma violação das hipóteses básicas. Para tanto, é verificado se os parâmetros são significativamente diferentes de zero, é analisada a relação entre as variâncias explicada pela relação linear e não-explicada, e testada a independência serial do resíduo.
5. previsão: realizadas para dados *cross-section* ou séries de tempo, são obtidas diretamente da equação na forma pontual, ou por intervalo:

$$Y_i^{\text{sup}} = \alpha + \beta X_i + t_{\varepsilon/2} \cdot \sigma Y_i \quad [1.33]$$

$$Y_i^{\text{inf}} = \alpha + \beta X_i - t_{\varepsilon/2} \cdot \sigma Y_i \quad [1.34]$$

$$\sigma Y_i = \sigma_e \cdot \sqrt{1/n + [X_i - (\sum X_i)/n]/\sum x_i^2} \quad [1.35]$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sum e_i^2 / (n-2)} \text{ é o erro padrão;} \quad [1.36]$$

$t_{\varepsilon/2}$: índice da distribuição bicaudal de student ao nível de significância ε .

tipo	causal
acurácia	boa para relações estáveis
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	simples
custo	moderado
transparência	boa
disponibilidade de informações	moderada
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	depende da variável independente
detecta mudanças de direção	sim, quando a relação é estável
responde a mudanças de direção	condicionado ao grau de dependência

REGRESSÃO MÚLTIPLA³⁶

Na regressão múltipla há uma variável dependente a ser prevista e duas ou mais variáveis explicativas independentes entre si. A forma geral é:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + e_i \quad [1.37]$$

ou pela notação matricial: $Y = \beta.X + e$, onde: [1.38]

Y	vetor linha 1x n da variável dependente
β	vetor linha 1x k dos parâmetros
X	matriz transposta kx n das variáveis independentes
e	vetor linha 1x n dos resíduos

³⁶ Johnston, J., op.cit., 1971, pg.123-159.

Os pressupostos básicos para um ajustamento correto são:

- (i) linearidade: a função primitiva deve ser originalmente linear ou, em caso contrário, transformada para esta forma;
- (ii) independência dos resíduos: a inexistência de correlação serial entre os resíduos impede que as variâncias sejam afetadas por alguma componente implícita. A autocorrelação, como é denominada, ocorre quando há erros de especificação na forma funcional, ou quando uma variável significativa é esquecida;
- (iii) homocedasticidade: é o caso genérico da independência serial, estabelecendo que a variância residual deve se manter constante para todo o conjunto de observações, assegurando assim a aleatoriedade dos erros de ajustamento;
- (iv) ausência de multicolinearidade: acontece quando duas ou mais variáveis independentes são fortemente correlacionadas entre si, o resultado é uma matriz $X'X^{-1}$ quase singular e um determinante muito próximo de zero.

Os passos de identificação e especificação são similares, com a diferença de que em modelos múltiplos é necessário o cuidado para não se incluir variáveis independentes que venham a causar o fenómeno da multicolinearidade. Para tanto, basta calcular a matriz de correlações parciais entre todas as variáveis e seleccionar aquelas que além de causar forte dependência da variável Y ainda são independentes entre si.

A estimação dos parâmetros é obtida resolvendo o cálculo matricial:

$$\beta = (X'X)^{-1} \cdot X'Y \quad [1.39]$$

Os testes adotados são de correlações parciais, teste "F" adicional, teste "t" para parâmetros significativamente diferentes de zero, coeficiente de determinação geral, teste "F" geral, Durbin-Watson de autocorrelação, teste "h" para variáveis defasadas

tipo	causal
acurácia	boa para relações estáveis
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	moderada
custo	alto
transparência	regular
disponibilidade de informações	grande demanda
flexibilidade interna	não reflete alterações
flexibilidade externa	depende das variáveis independentes
detecta mudanças de direção	sim, quando a relação é estável
responde a mudanças de direção	é sensitivo, caso identificada a causa

MODELOS ECONOMETRICOS³⁷

As técnicas de regressão assumem que a explicação de uma variável ocorre de modo totalmente exógeno, ou seja, que todas as variáveis independentes são determinadas fora do modelo, sem qualquer influência intermediária. Na maioria das situações esta simplificação torna-se extremamente irreal, simplesmente pelo fato de que na ocorrência de interrelações entre as variáveis, o modelo perde a forma de equação única e passa a ser representado como um sistema de equações, como o exemplo que segue:

$$Y_i = \gamma_0 + \beta_0 X_i + e_i \tag{1.40}$$

$$X_i = Y_i + V_i \tag{1.41}$$

Enquanto a primeira equação estabelece que $Y_i = f(X_i)$, a segunda inverte o sentido da dependência definindo $X_i = Y_i + V_i$. As variáveis endógenas (Y_i, X_i) e a

³⁷ Johnston, J., op.cit., 1971, pg.123-159.

exógena V_i compõe um sistema de equações simultâneas. O problema surge do relacionamento biunívoco entre X_i e Y_i , causando dependência entre a variável dependente e a componente aleatória. Este comportamento viola a premissa básica dos modelos de regressão, de que o erro deve apresentar um desenvolvimento independente $E(e_i e_j) = 0$ para todo $i \neq j$, fazendo com que a estimação dos parâmetros pelos mínimos quadrados ordinários seja viesada.

Para solucionar este problema, algumas técnicas podem ser utilizadas:

- Máxima Verossimilhança com Informação Completa (FIML): trata o problema da interdependência entre variáveis endógenas diretamente, por meio da construção de uma matriz W que inclui todas as variáveis. Os parâmetros são obtidos pelo método da máxima verossimilhança.
- Equação Única de Informação Limitada (LISE) ou Razão de Variância Mínima (LVR): reconhece apenas parte da interdependência, uma vez que realiza a estimativa de cada parâmetro isoladamente, sempre em relação às variáveis exógenas. Nas sucessivas etapas, toda informação prévia obtida dos valores estimados é incorporada no modelo, resolvendo de modo limitado a dependência com a componente aleatória.
- Mínimos Quadrados Indiretos (ILS): é similar ao OLS, com a diferença de que se aplica à forma reduzida das equações do sistema. Estas podem ser obtidas por substituições sucessivas até que todas as variáveis endógenas estejam expressas em função das exógenas. Para o exemplo apresentado, as equações finais resultam em estimadores não viesados e consistentes, podendo ser obtidos pelo OLS:

$$Y_i = \gamma_1 + \beta_1 V_i + e_i / (1 - \beta_0) \quad [1.42]$$

$$X_i = \gamma_1 + \beta_2 V_i + e_i / (1 - \beta_0) \quad [1.43]$$

$$\gamma_1 = \gamma_0 / (1 - \beta_0) \quad [1.44]$$

$$\beta_1 = \beta_0 / (1 - \beta_0) \quad [1.45]$$

$$\beta_2 = 1 / (1 - \beta_0) \quad [1.46]$$

- Mínimos Quadrados de Dois Estágios (2SLS): neste método deve-se inicialmente escolher uma das variáveis endógenas e passar a tratá-la como se independente fosse. A seguir, tentar eliminar a dependência da outra endógena em relação ao termo aleatório pela aplicação de um OLS à forma reduzida onde X_i é dependente de V_i . Finalmente, substituir os resultados na equação original onde Y_i é função de V_i .

$$X_i = \gamma_1 + \beta_2 V_i \tag{1.47}$$

$$Y_i = \gamma_0 + \beta_0 V_i + e_i \tag{1.48}$$

$$C_i = \gamma_3 + \beta_3 V_i + e_i \tag{1.49}$$

$$\gamma_3 = \gamma_0 + \beta_0 \gamma_1 \tag{1.50}$$

$$\beta_3 = \beta_0 \beta_2 \tag{1.51}$$

- Mínimos Quadrados de Três Estágios (3SLS): é mais eficiente que o 2SLS quando o tamanho amostral é grande, o que resulta em parâmetros assintoticamente mais eficientes . A idéia essencial está em pré-multiplicar pela matriz transposta das variáveis independentes “V”, o conjunto de equações normalizado, aplicando em seguida os mínimos quadrados generalizados.

tipo	causal
acurácia	boa para qualquer ambiente
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	difícil
custo	alto
transparência	boa
disponibilidade de informações	grande demanda
flexibilidade interna	insensível
flexibilidade externa	excelente, depende das exógenas
detecta mudanças de direção	sim, forte nos ciclos de longo prazo
responde a mudanças de direção	é sensitivo, se identificada a causa

MATRIZ INSUMO-PRODUTO (I/O)³⁸

São modelos utilizados para prever os diversos efeitos que podem ocorrer em uma ambiente econômico específico, na situação em que estes resultem da interação entre determinadas atividades em um ambiente de mudança.

Os parâmetros básicos para um método I/O são os coeficientes de insumo-produto e de demanda final. Estes são usualmente estimados por relações simples obtidas a partir de um ano de referência³⁹. Enquanto o valor monetário dos fluxos entre indústrias está sujeito a consideráveis alterações de um ano para outro, os coeficientes obtidos de uma tabela I/O são bem mais estáveis. Sendo assim:

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j$$

a_{ij} : insumo da indústria 'i' para 'j', necessário para resultar num produto monetário em 'j';

x_{ij} : venda dos produtos da indústria 'i' para 'j';

X_j : produção total da indústria 'j'.

$$X_i = \sum_j x_{ij} + F_i$$

$$F_i = \sum_k f_{ik}$$

F_i : demanda final da indústria 'i';

f_{ik} : vendas da indústria 'i' para as 'k' categorias de demanda.

³⁸ As maiores contribuições para o planejamento ocorreram em: Leontief, W.W., The Structure of American Economy, 1913-1931, Oxford University Press, NY, 1951, e Leontief, W.W., Input-Output Economics, Oxford University Press, NY, 1966.

³⁹ Sarma, K.S., An Input-Output Econometric Model, IBM Systems, n.4, 1977, pg. 398-421.

$$h_{ik} = f_{ik} + E_k$$

h_{ik} : participação da indústria 'i' no componente 'k' de consumo agregado

E_k : valor total da categoria 'k' na demanda final.

f_{ik} : vendas da indústria 'i' para as 'k' categorias de demanda.

por representação matricial:

$$\mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X} + \mathbf{F} , \quad \mathbf{X} = X_j , \quad \mathbf{A} = a_{ij} , \quad \mathbf{F} = F_j \quad [1.52]$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{E} , \quad \mathbf{H} = h_{ik} , \quad \mathbf{E} = E_k \quad [1.53]$$

Os requisitos totais de produção são obtidos pela solução matricial:

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{F} \quad [1.54]$$

\mathbf{I} : matriz identidade;

$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$: matriz de requisitos totais.

As previsões dos produtos por indústria são obtidas:

$$\mathbf{X}_{T+\tau} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_0)^{-1} \cdot \mathbf{F}_{T+\tau} \quad [1.55]$$

$T+\tau$: o período atual "T" mais " τ " anos à frente;

\mathbf{A}_0 : matriz de coeficientes insumo-produto para a data base;

$\mathbf{X}_{T+\tau}$: previsão do vetor de produtos totais por indústria;

$\mathbf{F}_{T+\tau}$: estimativa da demanda final da indústria.

$$\mathbf{F}_{T+\tau} = \mathbf{H}_0 \cdot \mathbf{E}_{T+\tau} \quad [1.56]$$

\mathbf{H}_0 : matriz de participações da indústria nos componentes de consumo agregado para a data base;

$\mathbf{E}_{T+\tau}$: valor total da categoria da demanda final para o período de previsão.

tipo	causal
acurácia	boa para ambientes estáveis
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	difícil
custo	alto
transparência	razoável
disponibilidade de informações	grande demanda
flexibilidade interna	insensível
flexibilidade externa	se modificado, pode refletir mudanças
detecta mudanças de direção	resultados sim, descontinuidades não
responde a mudanças de direção	é sensível, se identificada a causa

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA

A idéia básica destas metodologias está em utilizar, de modo eficiente, as habilidades da mente humana no processamento sistemático dos diversos fragmentos de informações. Os procedimentos variam de um simples esforço individual para prever o futuro até a organização de comitês, painéis, pesquisas e outros tipos de trabalho em grupo.

- **SESSÕES DE *BRAINSTORMING*** : tem sido intensivamente utilizadas pelas empresas na tentativa de descobrir novas idéias ou resolver problemas complexos. Esta técnica busca liberar os indivíduos das restrições tradicionais e das situações que inibem o raciocínio criativo e a isenção com os atuais

paradigmas. Algumas regras são normalmente estabelecidas, na tentativa de evitar que os resultados finais sejam frustrantes:

- (a) considerar qualquer idéia, opinião ou alternativa, independente de sua possibilidade, relevância ou aplicabilidade;
- (b) não criticar qualquer outro indivíduo envolvido na sessão, por expressar idéias ou opiniões próprias;
- (c) encorajar e suportar a formulação de declarações ou idéias não usuais.

Um dos perigos do *brainstorming* é de que a discussão derive do foco principal e acabem surgindo alternativas muito diversas, não se chegando a nenhum consenso ou solução prática. Para se evitar tal problema, é necessário muita habilidade do moderador para que, ao mesmo tempo, não se perca o enfoque do problema e não se restrinja a habilidade criativa do grupo com algum número de restrições.

tipo	julgamento
acurácia	não considera
horizonte de previsão	curto, médio e longo prazos
facilidade de implementação	fácil
custo	baixo
transparência	muito boa
disponibilidade de informações	não necessita
flexibilidade interna	grande
flexibilidade externa	grande
detecta mudanças de direção	sim, depende da sensibilidade
responde a mudanças de direção	apenas discursivamente

- **CENÁRIOS ALTERNATIVOS** : considera um conjunto de pressupostos consistentes, desenvolvendo em seguida uma conceituação qualitativa sobre como o futuro poderá estar delineado caso estes pressupostos tornem-se realidade. Neste sentido, a técnica dos cenários não é preditiva, mas sim apresenta um conjunto de alternativas baseadas nos seus próprios pressupostos, que se prestam para o trabalho de previsão. A técnica compreende desde trabalhos bem desprendidos, como ficção científica, até modelos lógicos e/ou matemáticos complexos.

tipo	juízo
acurácia	não considera
horizonte de previsão	médio e longo prazos
facilidade de implementação	difícil
custo	alto
transparência	excelente
disponibilidade de informações	não necessita
flexibilidade interna	grande
flexibilidade externa	grande
detecta mudanças de direção	sim, nos fatores-chave
responde a mudanças de direção	sim, por meio dos cenários alternativos

- **PROCEDIMENTO DELPHI**: visa obter opiniões refinadas e consensadas de especialistas com a finalidade de realizar previsões. Para viabilizar a aplicação da técnica, um grupo de especialistas deve estar disposto a responder questões específicas relacionadas com um ou mais problemas. Estes não se reúnem para debater o problema, como no caso do *brainstorming*, sendo mantidos separados entre si com o intuito de evitar que julgamentos individuais venham a exercer influência, por qualquer

forma de pressão, sobre o comportamento e juízo do grupo. As desvantagens mais citadas do Delphi são de que este possui um baixo índice de confiabilidade, não considera os diferentes graus de conhecimento dos painelistas e conduz, na maioria das vezes, a previsões conservadoras.

tipo	juízo
acurácia	boa na instabilidade e no longo prazo
horizonte de previsão	médio e longo prazos
facilidade de implementação	média
custo	médio
transparência	boa
disponibilidade de informações	não necessita
flexibilidade interna	depende da habilidade dos painelistas
flexibilidade externa	ótima
detecta mudanças de direção	sim
responde a mudanças de direção	sim

- **MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS:** trata os componentes de um sistema de modo interrelacionado. Supondo que possam ocorrer os eventos $\{d_1, d_2, d_3, \dots, d_k\}$ sujeitos aos níveis de probabilidades estimados em $\{p_1, p_2, p_3, \dots, p_k\}$ e não-independentes entre si, a questão está em dimensionar as novas chances para cada elemento caso p_1 , por exemplo, venha a se verificar antecipadamente. Para tanto, é necessário se trabalhar com três tipos de informações: (i) a estrutura de relacionamento causal; (ii) as probabilidades em que cada evento poderia vir a ocorrer em determinadas circunstâncias e; (iii) os impactos condicionados entre as variáveis. O objetivo principal desta técnica está em refinar as verossimilhanças relativas às ocorrências marginais e condicionadas entre variáveis.

tipo	juízo
acurácia	boas estimativas p/ as probabilidades
horizonte de previsão	médico e longo prazos
facilidade de implementação	difícil
custo	médico
transparência	razoável
disponibilidade de informações	não necessita
flexibilidade interna	muda estados com facilidade
flexibilidade externa	muda estados com facilidade
detecta mudanças de direção	não se preocupa
responde a mudanças de direção	sensitivo, se identificado novo estado

- **TENDÊNCIA TECNOLÓGICA:** como a identificação sugere, é utilizada principalmente nas previsões tecnológicas. Baseia-se em dados históricos de um número invariavelmente pequeno de períodos, por meio dos quais tenta identificar a provável tendência de determinado fenômeno. Para isto, adota algum atributo mensurável que possa reproduzir com a melhor fidelidade possível as propriedades que são objeto da análise, tais como a velocidade no caso dos meios de transporte, eficiência energética no caso dos combustíveis alternativos, e velocidade de processamento no caso dos chips, dentre outros casos. É então definido um eixo ortogonal composto pelo tempo nas abcissas e o atributo nas ordenadas. Cada intersecção tempo-atributo define um ponto, sendo então identificado pelo desenvolvimento tecnológico naquele período. O conjunto serial de pontos determina a tendência histórica do fenômeno, o qual pode vir a ser previsto por meio do ajustamento destes pontos. Dentre muitas formas possíveis, as mais comuns são linear e formato S ou logística.

tipo	misto julgamento/série de tempo
acurácia	boa para tendências estáveis
horizonte de previsão	longo prazo
facilidade de implementação	fácil
custo	baixo
transparência	boa
disponibilidade de informações	pouca
flexibilidade interna	insensível
flexibilidade externa	ruim, mas pode ser modificado
detecta mudanças de direção	apenas tendenciais
responde a mudanças de direção	pouco sensitivo

- **ANALOGIA HISTÓRICA:** caracterizada por ser extremamente intuitiva, utiliza a capacidade perceptiva e lateralidade no pensamento das pessoas como forma de associar as situações que possuem alguma forma de analogia. Dentre os vários tipos, os mais comuns:

- crescimento de organismos biológicos: utilizada a curva-S para relacionar a evolução de algum fenômeno com o comportamento de populações biológicas;
- situação passada: associa situações já ocorridas com aquelas que estão ainda por ocorrer. O futuro é inferido com base nos aspectos causais adaptados e projetados para a nova situação;
- leis naturais ou da física: relaciona determinadas situações com as leis da física ou fenômenos naturais.

O comportamento do consumo de certos bens e serviços recém lançados em grandes centros, como em certas cidades dos EUA por exemplo, tem sido utilizado como referencial para a previsão do mercado potencial em países cujo mercado é menos desenvolvido.

A analogia pode ser utilizada em situações onde não há informações disponíveis, ou quando outros métodos não apresentam bons resultados. É eficiente como esforço preliminar em situações que requisitam grande volume de recursos, a exemplo do lançamento de novos produtos.

tipo	juízo
acurácia	boa para ambientes análogos
horizonte de previsão	médio e longo prazos
facilidade de implementação	fácil
custo	baixo
transparência	boa
disponibilidade de informações	razoável s/ o ambiente de referência
flexibilidade interna	insensível
flexibilidade externa	insensível
detecta mudanças de direção	sim, uma vez ocorrida no referencial
responde a mudanças de direção	sim, por analogia

- PESQUISA MORFOLÓGICA: adota métodos básicos na análise de interrelações estruturais e morfológicas de um fenômeno. Um passo a frente da simples previsão, representa um processo sistemático de pensamento e solução de problemas. A sequência de etapas pode ser estabelecida como⁴⁰:
 - a. explicitar e formular o problema;
 - b. identificar todos os parâmetros que entram na solução;
 - c. construir uma matriz multidimensional (denominada caixa morfológica) com todas as soluções possíveis;
 - d. examinar todas as possibilidades quanto a plausibilidade e propósitos iniciais;
 - e. analisar as soluções finais.

⁴⁰ Zwicky, F., Morphology of Propulsive Power, Monographs on Morphological Research, California, Society for Mophological Research, 1962.

Esta técnica possui como vantagem importante um recurso metodológico que permite avaliar as chances de que determinada tecnologia venha a acontecer. Isto pode ser feito com base na análise da distância morfológica, definida como o número de parâmetros nos quais há diferenças importantes entre a tecnologia especificada dentro da *caixa* e aquelas já existentes. Quanto maior for a *distância*, menores serão as possibilidades de que aquela especificada venha a ocorrer. Explicando de outra forma, as oportunidades podem ser avaliadas como uma função do número de combinações existentes dos pontos de contato entre a tecnologia especificada e as demais, quanto maior for este número, melhores serão as chances de ocorrência.

tipo	juízo
acurácia	não se preocupa
horizonte de previsão	longo prazo
facilidade de implementação	difícil
custo	médio
transparência	ótima
disponibilidade de informações	pouca
flexibilidade interna	insensível
flexibilidade externa	bastante sensível
detecta mudanças de direção	muito bem
responde a mudanças de direção	sim, com várias alternativas

CAPÍTULO 2 : INTERAÇÃO ENTRE INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS - ALGUNS MÉTODOS DE APOIO

O futuro pode ser pré-estabelecido segundo uma imensa variedade de formas e por meio de um número significativo de técnicas. Muitas destas possibilidades, entretanto, são semelhantes ou tendem a se complementar entre si. O critério que define a melhor adequação dentre as diferentes alternativas possíveis depende das circunstâncias em que o trabalho está sendo desenvolvido e, acima de tudo, deve atender previamente a quatro requisitos básicos:

1. utilize um banco de dados que contenha informações confiáveis, sejam elas de natureza primária ou secundária, quantitativas ou subjetivas, as quais resultem de um forte domínio cognitivo sobre a área em estudos e aquelas correlatas. Tal pressuposto está vinculado ao conceito de mensuração e acurácia;
2. adote de maneira eficiente o julgamento e intuição dos especialistas, por meio da captura das sensações e avaliações não disponíveis nas outras fontes convencionais. Esta tarefa pode ser viabilizada através das técnicas de consenso, probabilidades subjetivas e consistência cruzada;
3. compreenda o processo de interrelação entre as variáveis de causa e efeito, os critérios para geração da malha e como atuam alguns efeitos secundários, tais como a transitividade e reflexividade. Tal procedimento é facilitado pela adoção dos modelos estruturais;
4. consiga distinguir as características favoráveis, limitações e aplicabilidade das diferentes técnicas de previsão ao problema em questão.

Serão apresentadas algumas técnicas úteis para a compreensão do desenvolvimento das etapas na metodologia proposta. Os modelos estruturais investigados sob a ótica dos métodos exploratórios e teoria dos grafos estabelecem um critério objetivo para o atendimento ao terceiro requisito. A teoria

das probabilidades, com ênfase sobre aquelas de natureza subjetiva, a consistência de eventos por impactos cruzados e o método Delphi de consenso entre especialistas buscam atingir o segundo. Os conceitos, classificação e regras para o levantamento de informações na prática de mensuração, bem como aquilo que se considera como um atributo de acurácia, são importantes para se ajustar ao primeiro. O quarto item pode ser facilitado por meio da leitura do capítulo anterior.

2.1. MODELOS ESTRUTURAIS

A modelagem estrutural pode ser vista como um processo que envolve a desintegração de um todo em suas partes, passando por um processo de análise, extrapolação e compreensão. Considerada a hipótese de que o todo é maior do que a simples adição dos seus componentes, a extrapolação não deve ser realizada sem que antes se entenda a existência de efeitos outros que não simplesmente as partes e suas interconexões.

A técnica apresentada neste segmento considera apenas relacionamentos de variáveis duas a duas, embora seja possível desenvolver o modelo com a utilização de relacionamentos multidimensionais⁴¹. Esta prática se por um lado apresenta uma grande simplificação no modelo, por outro compromete um pouco a sua relevância e confiabilidade. Para reduzir esta debilidade, algumas ferramentas podem ser adotadas, a exemplo das ligações auxiliares e matrizes de atrasos. Na prática, o analista que se utiliza da modelagem simplifica bastante sua visão sobre os fenômenos, entretanto estará sempre restrito a conjuntos não muito extensos de variáveis, concebendo estruturas mais simples e pouco rigorosas quanto a precisão.

⁴¹Vide Cavalo, R.E., Reconstructability analysis of multidimensional relations: a theoretical basis for computer-aided determination of acceptable system models, International Journal of General Systems, vol.5, n.3, pp.43-171, 1979; e Broekstra, G., Constraint analysis and structure identification, Annals of Systems Research, vol.5, pp.67-80, 1976.

As etapas para a estruturação de modelos segundo a técnica dos grafos são as seguintes:

- a) listar os elementos que irão compor o processo de relacionamento dois a dois, denominados para a finalidade de demonstração: $\text{var}(a)$, $\text{var}(b)$, $\text{var}(c)$ e $\text{var}(d)$;
- b) desenvolver um grafo, denominado diagrama de influência, ou matriz que identifique os relacionamentos:

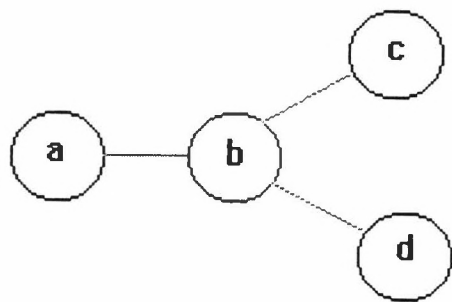


Figura 1: Grafo no primeiro estágio das conexões

Para o caso da matriz, "1" indica a existência de uma conexão e "0" ou branco a inexistência.

var(a)				
var(b)	1			
var(c)		1		
var(d)		1		
	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)

Quadro 1 - matriz de conexões entre as variáveis

c) cada conexão deve possuir uma indicação da direção:

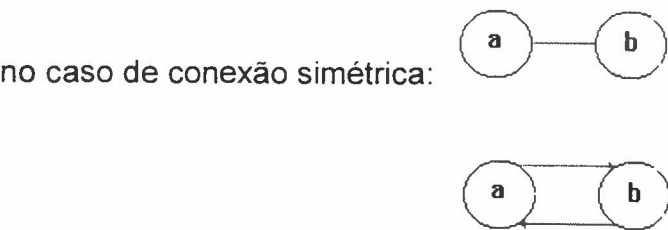


Figura 2: conexão simétrica

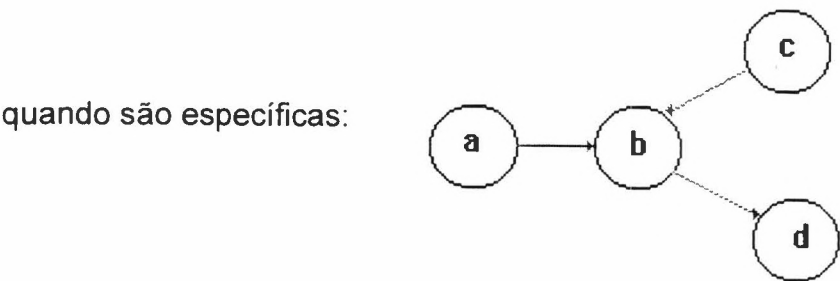


Figura 3: Conexões específicas

Podendo ser representadas matricialmente:

de/para	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)
var(a)		1		
var(b)				1
var(c)		1		
var(d)				

Quadro 2 - matriz com as direções das conexões

As ligações são claramente mais identificáveis nos grafos. No caso da ligação entre $\text{var}(b)$ e $\text{var}(c)$ da Figura 3 não há qualquer dúvida de que a primeira é afetada pela segunda, entretanto, isto não parece imediatamente reconhecível na representação matricial observada no Quadro 2. O que se constata é de que cada qual se presta para determinado fim. Os grafos funcionam no apoio da interpretação dos relacionamentos, enquanto as matrizes evitam possíveis omissões.

d) adicionar a informação de sinal

O sinal indicativo do sentido da dependência deve ser especificado. O símbolo "+" significa que no caso de certa variável aumentar, a outra deve do mesmo modo aumentar, ou seja, são diretamente proporcionais. Por outro lado, o sinal "-" indica que ambas variam de forma inversa, enquanto a taxa de variação de uma delas cresce, a de outra deve se deslocar em sentido contrário.

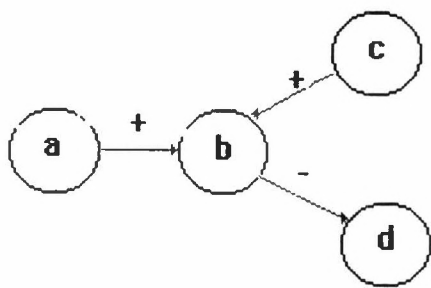


Figura 4: Grafo com indicação do sinal

Neste caso, os relacionamentos $\{\text{var}(a), \text{var}(b)\}$ e $\{\text{var}(b), \text{var}(c)\}$ são diretamente proporcionais, enquanto $\{\text{var}(b), \text{var}(d)\}$ é inversamente proporcional. Quaisquer

que sejam as direções, a dependência é tida como monotônica ao longo do intervalo em questão.

Pela notação matricial as variáveis apresentam as interrelações:

de/para	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)
var(a)		+		
var(b)				-
var(c)		+		
var(d)				

Quadro 3 - matriz com os sentidos das conexões

e) adicionar a informação de impactos marginais

O objetivo está em determinar qual a magnitude do impacto que um deslocamento unitário ocorrido na variável de causa pode exercer sobre a variável de efeito. A título de exemplo, imaginar que var(a) sofra uma deslocamento $\Delta(a)$, e que a consequência em var(b) seja um suposto $\Delta(b)$, então o impacto marginal será $\Delta(b) / \Delta(a)$, e deverá ser indicado no grafo da Figura 5.

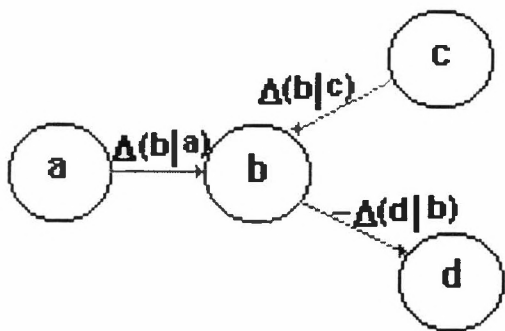


Figura 5: Grafo dos impactos marginais

A matriz de impactos marginais passa a ser representada no Quadro 4:

de/para	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)
var(a)		$\Delta(b \mid a)$		
var(b)				$-\Delta(d \mid b)$
var(c)		$\Delta(b \mid c)$		
var(d)				

Quadro 4 - tabela de impactos marginais

Seja $b=f(a,c)$ a forma funcional contínua que identifica a relação de dependência da variável “b”, cujo impacto marginal derivado de “a” desejamos determinar, permanecendo as demais perturbações constantes, então $\partial b/\partial a$ é a derivada parcial de “b” em relação a “a”, dado “c” constante⁴².

Entretanto, para a aplicação em uma avaliação subjetiva por julgamento, é complexo e trabalhoso requisitar a todo momento a determinação da provável relação funcional. O atributo principal da técnica apresentada é a sua simplicidade, e portanto, a proposta está em se adotar um procedimento que venha a simplificar a tarefa de obtenção dos impactos marginais.

⁴²Granville, W.A. & Longley, P.F.S., Elementos de Cálculo Diferencial e Integral, Editora Científica, 1956, pp. 559-563,

Pode-se imaginar que, uma vez conhecido o par referencial de valores $\{a_0, b_0\}$, e, sendo fornecido o deslocamento a_1 , o entrevistado possua conhecimento e informações suficientes para inferir b_1 . O próximo passo está em aceitar como válidos alguns pressupostos que devem vigorar para todo o intervalo de análise, conduzindo assim direto ao resultado. Estes são de monotonicidade, continuidade e linearidade, ou seja, pressupõe-se que a variação da função é uma linha reta de sentido único, sem mudanças de nível ou tendência.

Deste modo, para o exemplo apresentado:

$$\Delta(b | a) = \{ (b_1 - b_0) / b_0 \} / \{ (a_1 - a_0) / a_0 \} \quad [2.1]$$

$$\Delta(b | c) = \{ (b_1 - b_0) / b_0 \} / \{ (c_1 - c_0) / c_0 \} \quad [2.2]$$

$$\Delta(b | c) = \{ (d_1 - d_0) / d_0 \} / \{ (b_1 - b_0) / b_0 \} \quad [2.3]$$

Significa que, para cada deslocamento unitário na variável precedente que está no denominador, deverá ocorrer uma resposta de magnitude igual ao impacto marginal sobre a variável do numerador.

f) matriz de dependência

Explicita se determinada variável é influenciada direta ou indiretamente pela demais. Estas dependências, denominadas efeitos de n-ésima ordem, são mais elevadas à medida que aumenta o número de variáveis intermediárias participantes do diagrama de influência.

Mais dois pressupostos são importantes nesta etapa. O primeiro é de que o impacto marginal de uma variável intermediária será repassado sem perturbações para a variável seguinte, chamado transitividade. O segundo estabelece que as relações continuam sendo duas a duas, ou seja, embora

existam inúmeras conexões entre variáveis, sempre será possível por meio de ligações aos pares justificar impactos de modo significativo e suficiente.

de/para	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)
var(a)	1	1		1
var(b)		1		1
var(c)		1	1	1
var(d)				1

Quadro 5 - matriz de dependência

Observa-se que as variáveis “a” e “c” causam impactos sobre si mesmas, ou seja, estados de períodos anteriores são importantes para se estabelecer as previsões dos futuros. Como são apenas indutoras de perturbações, não sendo influenciadas por qualquer outra variável no diagrama, estas são classificadas como exógenas, as quais podem ainda ser subdivididas em controláveis ou instrumentais, e não-controláveis. No primeiro caso estão aquelas que podem ser controladas ou manipuladas pelos encarregados da análise e/ou decisão. No segundo, estão as resultantes das circunstâncias do ambiente no qual o modelo foi idealizado.

A situação em “d” é oposta, pois além de receber perturbações dela própria, é ainda afetada por todas as demais variáveis do sistema; o que faz com que ela seja denominada como endógena ou dependente.

A variável “b” é descritora do diagrama, pois interage com as exógenas e a endógena, em acordo com um relacionamento de causa e efeito previamente formulado. Esta situação a classifica como uma variável intermediária.

Outra técnica para se obter a matriz dependência ocorre a partir do grafo resultante da etapa (c), através de um procedimento chamado *fechamento transitivo*.

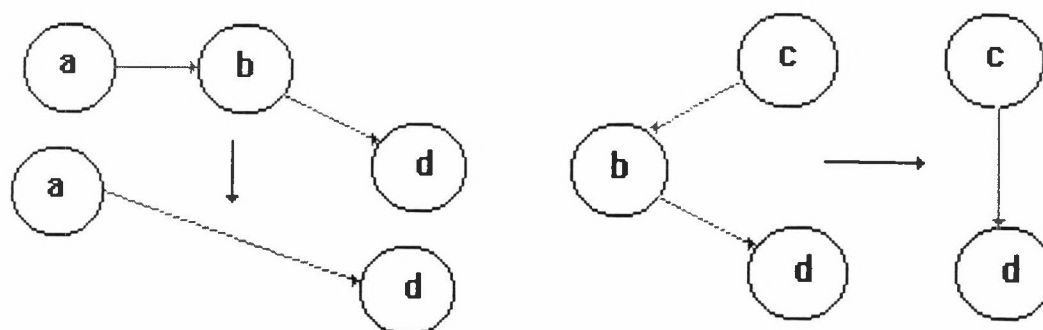


Figura 6: Exemplos de grafos com fechamento transitivo

2.2. PROBABILIDADES

Na estatística o conceito de probabilidade é interpretado e utilizado de diferentes maneiras. Uma classificação bem genérica se ampara no modo como elas são obtidas, podendo ser objetivas, frequenciais ou subjetivas. As probabilidades objetivas ou clássicas, resultam de experimentos cujos eventos são submetidos a repetições sucessivas executadas em condições igualmente prováveis. Neste caso, a probabilidade de ocorrência de um estado específico para dado evento é igual a proporção de resultados favoráveis à ocorrência deste evento dentre um número total dos resultados possíveis. As duas grandes dificuldades associadas a este conceito estão na necessidade de que os eventos sejam igualmente prováveis e em situações que possam ser repetidas. O primeiro caso exige uma regularidade de comportamento apenas observável em fenômenos físicos, químicos e alguns biológicos.

Qualquer situação experimental cuja variável envolvida seja direta ou indiretamente ligada ao comportamento humano resultará em probabilidades que não atenderão *stricto sensu* a esta condição de estabilidade.

Tal dificuldade prática é solucionada com a utilização do conceito frequencial de probabilidades. Neste caso, estas resultam de frequências relativas em situações nas quais o número de observações tende ao infinito. No limite, pela teoria dos grandes números, observações das repetições de eventos elementares em determinado experimento passam a ser uma medida da chance de ocorrência quando referidos ao tamanho da amostra.

Deste modo, um número significativo de experimentos torna-se plausível de tratamento pela teoria das probabilidades, podendo-se exemplificar as avaliações comportamentais em ensaios repetitivos, as variáveis econômicas e sociais analisadas em escalas temporais ou *cross-section* para grandes amostras, dentre outras. Entretanto, se observa que a necessidade de repetição continua sendo um fator extremamente restritivo, principalmente em estudos desenvolvidos no ambiente de negócios, onde várias situações ou experimentos não possuem registros anteriores, são inovadores, e portanto impossibilitados de serem submetidos a um plano de amostragem.

O método subjetivo ou por julgamento é muito flexível e pode ser aplicado a uma grande variedade de situações. Sempre que houver alguma confiança no julgamento de especialistas sobre determinado fenômeno, há espaço para a aplicação desta técnica. Tal definição pode parecer fragilizada, uma vez que os entrevistados tendem a manifestar os mais diferentes valores e opiniões quanto a probabilidade de um mesmo evento, resultado de experiências⁴³ e percepções desenvolvidas de maneira distinta ao longo do tempo. Um mesmo indivíduo apresenta estimativas diferentes em ocasiões distintas, dependendo das circunstâncias em que se encontra, dos fatos novos e evidências que dispõe, e da maneira como percebe os fenômenos ao seu redor.

⁴³ Hogarth, R.M., Cognitive Processes and the Assessment of Subjective Probability Distributions, Journal of the American Statistical Association, 70, 1975, pg. 271-289.

O conceito de probabilidade está ligado à tentativa de se exprimir credibilidade e juízo às coisas em termos numéricos. Embora vaga ou imprecisa, considera as condições, restrições, fatos novos e circunstâncias em seu conjunto, que por meio do julgamento intuitivo, sintetiza uma quantidade de informações e conexões de extrema complexidade em um único coeficiente, com domínio restrito e conhecido, amparado por uma série de axiomas e postulados.

O processo de codificação proposto foi desenvolvido pelo grupo de análise de decisão do Stanford Research Institute - SRI, e pode ser adotado de três modos:

- Método do P: é apresentado um conjunto de valores pré-fixados para a característica, sendo questionadas as probabilidades de ocorrência para cada um deles;
- Método do V: uma escala de probabilidades é apresentada, sendo solicitada a escala de valores;
- Método P-V: são solicitadas as duas escalas simultaneamente.

A resposta a uma questão pode ocorrer de duas maneiras:

(i) direta, onde as perguntas exigem números como respostas, tanto na forma de probabilidades quanto de valores;

(ii) indireta, quando se utilizam modelos de referência para apoiar o processo de escolha entre alternativas. A base deste conceito está no juízo, que embora não seja obtido por observação direta, pode vir a ser exprimido pelo julgamento de um especialista. Esta opinião se manifesta por meio das componentes cognitiva, afetiva e comportamental, cuja expressão resultante se reduz a um equivalente numérico obtido de uma tabela de avaliação subjetiva, tal como a exibida no quadro 6.

Equivalentes Numéricos	Juízos
0	impossível
0,01 - 0,10	inacreditável
0,11 - 0,30	duvidoso
0,31 - 0,70	possível
0,71 - 0,90	acreditável
0,91 - 0,99	quase certo
1	certo

Quadro 6: Equivalentes numéricos para probabilidades subjetivas

Observa-se que os intervalos entre os equivalentes numéricos não são necessariamente constantes, pois exprimem o juízo do entrevistado. O lado empreendedor da técnica está na possibilidade de refinamento conferida às estimativas obtidas das entrevistas.

A primeira ocorre na checagem das informações através da verificação de consistência, a qual procura detectar se o direcionamento das respostas de cada entrevistado apresenta ou não desvios importantes quando em situações similares. Um comportamento inconsistente é aquele que, após concluída uma bateria de respostas, não permite estabelecer uma definição segura sobre qual é a postura típica do entrevistado diante de um fenômeno analisado. Para se detectar esta anomalia, devem ser inseridas questões altamente correlatas, que por possuírem textos elaborados com o cuidado que pareçam distintos, causam a ilusão de que se tratam de assuntos sem qualquer ligação. Ao se comparar as respostas esperadas com aquelas obtidas, tem-se a idéia do grau de inconsistência do entrevistado.

A segunda ocorre no procedimento de calibragem, o qual procura determinar se os indivíduos são ou estão regularmente otimistas ou pessimistas nas estimativas de probabilidades e em outras situações mensuradas. Para que isto seja possível, devem ser repetidas algumas avaliações, sendo em seguida adotado algum método que possibilite a detecção do viés.

Supondo-se que a variável a ser observada seja o consumo médio de eletricidade por domicílio urbano, e que uma vez tendo sido fornecidas informações preliminares sobre os consumos médios de alguns estados e a média nacional, sejam requisitadas as estimativas médias para um conjunto menor de outros estados. São calculados os índices obtidos da relação entre as opiniões e as observações verificadas, cuja média aritmética é então subtraída de 1,0. O valor resultante, se negativo denota pessimismo ou conservadorismo quanto a ocorrência de um evento, quando positivo significa o oposto.

2.3. IMPACTOS CRUZADOS

O conceito foi primeiramente introduzido por Gordon e Helmer⁴⁴. Trata-se de um método de previsão tecnológica que procura descrever dois tipos de informações relativas a um conjunto de possíveis acontecimentos futuros. O primeiro tipo estima a probabilidade marginal que cada evento possa vir a ocorrer, dentro de um período de tempo estabelecido. O segundo estima que, tendo ocorrido previamente qualquer um destes eventos, a probabilidade daqueles que possuem alguma relação de dependência estará necessariamente afetada. Em geral, estas informações podem ser obtidas pela utilização dos métodos de avaliação subjetiva.

O objetivo da análise de impactos cruzados está em refinar as probabilidades relativas à ocorrência de futuros acontecimentos e suas interações para que estas possam ser utilizadas em modelos para fins de decisão, ou para a elaboração de

⁴⁴ Trabalho encomendado pela Kaiser Aluminum and Chemical Corporation à RAND Corporation, desenvolvido por T.J. Gordon e O. Helmer.

cenários alternativos que em fase posterior também se prestarão para a tomada de decisão. A partir do quadro 7 é possível observar como é representada uma matriz de impactos cruzados para fins de modelagem estrutural.

de/para	var(a)	var(b)	var(c)	var(d)
var(a)	p(a)	p(b a)		
var(b)		p(b)		p(d b)
var(c)		p(b c)	p(c)	
var(d)				p(d)

Quadro 7 : probabilidades marginais e condicionais na matriz de impactos

As quatro probabilidades marginais para cada evento estão representadas na diagonal principal. As interações entre os acontecimentos estão representadas nas demais células, portanto $p(b | a)$ significa a nova chance para “b” dado que “a” tenha ocorrido previamente, a qual poderá ser maior ou menor que o valor anterior, sujeita a relação e grau de dependência entre ambas.

Alguma forma de levantamento subjetivo das opiniões dos especialistas é necessária, de modo a quantificar os relacionamentos. Adicionalmente, uma técnica de simulação ou de refinamento iterativo deve ser adotada para ajustar as estimativas aos axiomas tradicionais de probabilidade, por meio da resolução do sistema de equações a seguir:

probabilidades compreendidas entre 0 e 1 inclusive;

$$p(a \cap b) = p(b | a) \times p(a) = p(a | b) \times p(b) \qquad [2.4]$$

$$p(b) = p(a | b) \times p(b) - p(a | \sim b) \times [1 - p(b)] \quad [2.5]$$

$p(a | \sim b)$: significa a nova chance para o evento "a", caso "b" não tenha ocorrido.

2.4. MÉTODO DELPHI

Criado por Helmer⁴⁵ na Rand Corporation, trata-se de uma técnica que utiliza as informações obtidas pelo julgamento intuitivo das pessoas com a finalidade de realizar previsões. Por meio da utilização de um painel de especialistas, as opiniões são obtidas e refinadas num processo de interação em que o número de consultas é repetido algumas vezes. Com isto se reduzem o viés individual, idiosincrasias e se detectam as respostas que apresentam ignorância sobre o assunto. Em uma situação ideal, os entrevistados devem trocar conhecimento especializado entre si, atingindo um consenso interdisciplinar. É uma forma de interação estruturada. A técnica requisita um grupo de especialistas que estejam dispostos a responder questões específicas relativas a determinado assunto em estudo, a exemplo da previsão de novos processos tecnológicos. Não devem ocorrer reuniões, debates, ou qualquer forma de encontro entre os entrevistados. Teoricamente, ao responderem isoladamente estes não estarão sofrendo pressões ou outras interferências relativas ao comportamento de pequenos grupos. Segundo Helmer⁴⁶, a técnica se preocupa em fazer uso efetivo do julgamento intuitivo. Esta deriva sua importância na constatação de que as projeções sobre o futuro, onde as decisões sobre as diretrizes empresariais devem se fundamentar, estão amplamente baseadas nas expectativas pessoais dos indivíduos em lugar das previsões obtidas de teorias bem definidas.

⁴⁵ Helmer, O. & Rescher, N., On the Epistemology of the Inexact Sciences, Management Science, vol.6, n.1, 1959.

⁴⁶ Helmer, Olaf, Analysis of the Future: The Delphi Method, in Technological Forecasting for Industry and Government, Ed: James Bright, Prentice-Hall, 1968, pp.116-133.

A técnica consiste em seis etapas, as quais devem ser planejadas com antecedência quanto ao cronograma, orçamento e engajamento dos painelistas em potencial, obedecendo a seguinte sequência:

1. Uma situação é apresentada aos especialistas, onde cada participante do painel é solicitado a estimar o nível, época ou probabilidade para determinado evento;
2. As estimativas iniciais são coletadas, consistindo em um conjunto de informações por julgamento para os eventos. Estas são sintetizadas em termos de mediana, primeiro e terceiro quartis;
3. Os entrevistados tomam conhecimento das medidas estatísticas, e são convidados a reconsiderarem suas estimativas. Todos aqueles que forneceram valores situados abaixo do primeiro quartil ou acima do terceiro são solicitados a justificar o motivo de tal afastamento em relação a maioria. Aqueles que não tiverem explicações razoáveis devem se deslocar para dentro do intervalo;
4. As novas informações são coletadas, sendo as medidas estatísticas recalculadas e listadas as justificativas daqueles que mantiveram seus julgamentos iniciais;
5. De posse dos resultados da segunda rodada, os entrevistados são novamente consultados sobre a possibilidade de reavaliação do julgamento, sendo que, aqueles que insistem em manter suas previsões abaixo ou acima dos limites devem justificar;
6. O processo é todo repetido novamente, resultando então nas estimativas finais dos especialistas.

A fase preparatória é básica para todo o trabalho, e portanto, decisiva para seu sucesso ou fracasso, para tanto, algumas orientações básicas e opções importantes devem ser apresentadas.

A primeira está em decidir se os especialistas serão autorizados a redefinir o objeto do cenário em estudo e a mudar o modelo que tenha sido eventualmente elaborado pelos analistas. Para compreender melhor este problema, é importante observar quais são as funções elementares que a técnica Delphi se propõe a atender quanto ao estudo de cenários alternativos:

- aumentar o conhecimento sobre o objeto ou área de estudo:
esta função é especialmente relevante quando o assunto é ainda inexplorado ou quando a informação é inacessível por ser escassa ou por apresentar custo muito elevado para sua obtenção. Quando isto acontece, os pesquisadores vêem tanto o problema atual quanto o futuro de modo bastante difuso, abrindo espaço para que a técnica venha adicionar informações novas e mais detalhadas;
- confirmação ou correção de informações:
o painel pode ser utilizado para verificar informações que tenham sido obtidas de alguma outra fonte. Diferente da situação anterior, uma *segunda opinião* pode vir a ser importante quando os analistas não se sentem confortáveis quanto a qualidade dos dados;
- estabelecimento de prioridades:
em muitos estudos o objetivo principal não está em realizar previsões, mas sim em indicar todos os julgamentos prós e contras em relação a determinada característica. A técnica deve então ponderar as vantagens e desvantagens dos possíveis futuros e classificá-los obedecendo algum modo de mensuração. É utilizada principalmente em cenários normativos;
- enfatizar a validade dos resultados e disseminar as descobertas para a sociedade:
a composição do painel pode contribuir ou interferir na difusão das descobertas e implementação nas ações de legislação e política, dentre

outras. Fatores que não devem ser subestimados são credibilidade e plausibilidade, os quais dependem não apenas de uma declaração, mas também de quem é seu emissor.

A segunda está no consenso, o objetivo mais importante em painéis convencionais. Sackman⁴⁷ argumentava de modo persuasivo de que o consenso obtido pelo Delphi convencional era especial, pois resultava da intensão de acomodar opiniões divergentes dos diferentes grupos de pressão. O objetivo principal da técnica está em acomodar um forum de idéias⁴⁸, não apenas em busca do consenso mas também para expor todas as opiniões diferentes e suas principais justificativas. Para o estudo de cenários isto implica em um painel que venha a estimular a geração de idéias conflitantes, desde que estejam fundamentadas em argumentos plausíveis, possibilitando assim a obtenção de situações alternativas.

A terceira orientação está na identificação e seleção adequada dos especialistas. Alguns critérios podem ser classificados de acordo com a diversidade:

- de especialização: para cada tema são identificados os aspectos relevantes que servirão de referencial para a seleção dos especialistas;
- de experiência: vários profissionais estão envolvidos em diferentes atividades nos setores social e econômico. Suas participações podem ocorrer pelo fato de cada qual possuir uma perspectiva singular sobre o futuro;
- de interesse: refere-se ao equilíbrio do poder e das intenções conflitantes.

A convergência de opiniões tem sido observada na maioria dos casos onde o método Delphi foi utilizado. Em poucos casos onde não há convergência em direção a um intervalo menor, as opiniões tendem a se polarizar em torno de dois

⁴⁷ Sackman, H., Delphi Critique, Lexington Books, D.C.Heath and Co, 1975

⁴⁸ Turoff, M., The Policy Delphi in Linstone, H.A. & Turoff, M. (ed), The Delphi Method: Techniques and Applications, Addison-Wesley, 1975, pg.84-101.

valores distintos. A técnica elimina muitos problemas oriundos de painéis com interação face-a-face, cujas maiores vantagens são:

- A interação direta é bloqueada, eliminando-se o viés decorrente do respeito ou antipatia em excesso por algum participante;
- O especialista não é solicitado a defender suas opiniões em público e seu anonimato é mantido;
- A influência dominante daqueles indivíduos autoritários e persuasivos é evitada;
- Ocorre uma defesa dos grupos minoritários contra a pressão da maioria na tentativa de forçar o consenso;
- Os resultados são baseados em interações controladas entre os analistas da pesquisa e o grupo entrevistado, através de sucessivas reavaliações por mecanismos de realimentação.

Por outro lado, na prática algumas falhas tem sido detectadas⁴⁹, principalmente no superconservadorismo como uma característica natural dos comitês, e da tentativa em se evitar maiores justificativas por um julgamento não convencional, meramente conduzindo a estimativa para a região de consenso.

2.5. MENSURAÇÃO E ACURÁCIA

O procedimento de mensuração é a etapa mais delicada da metodologia a ser proposta. No *Pequeno Dicionário Enciclopédico Koogan Larousse* a palavra mensuração está definida como "... determinação do valor de certas grandezas / meio de investigação empregado em medicina e em antropologia para determinar certas dimensões ou para localizar determinados pontos anatômicos ...".

⁴⁹ Sackman, H., op.cit.

Emprestando parte desta descrição e incorporando ao presente estudo, esta pode ser traduzida como a adaptação de uma informação quantitativa às características percebidas de eventos e pessoas, que fazem parte do fenômeno em estudo, em acordo com certas regras pré-estabelecidas. A palavra *quantitativa* não se refere ao sentido restrito do termo, ou seja, uma informação que pode ser adicionada, dividida, subtraída ou multiplicada. Num sentido mais amplo, significa um símbolo que tenta exprimir de maneira mais explícita e compreensível algumas características de um evento.

O aspecto mais crítico da mensuração está na determinação das regras que suportarão a maneira como os números devem ser associados às características observadas. Uma vez que estas regras tenham sido criadas, e haja concordância, o fenômeno analisado passa a ser descrito em termos quantitativos. Assim, a afirmação de que "a participação da eletricidade no consumo de energia aumentou de 30 para 35% em determinada região" possui um sentido compreensível se forem conhecidas as regras por meio das quais os números foram determinados, e portanto passa a ser uma informação naturalmente reconhecida e comparável entre as pessoas afetas a este processo de medição.

A fixação destas regras é arbitrária, baseada em escalas inventadas, e pode apresentar números bastante diferentes e desempenhos contraditórios dependendo de como a pesquisa é conduzida. Duas pessoas podem, por exemplo, achar igualmente razoável o desempenho de um cantor em um concurso de calouros, em uma escala de 0 a 10, o primeiro lhe atribuindo nota 5 e o segundo nota 7. Neste sentido, é importante verificar em que extensão as regras de medição estão sendo obedecidas, e quão próximas elas estão da realidade.

As escalas de medida podem ser classificadas em nominal, ordinal, por intervalo e relativa. As regras para a definição numérica se constituem no critério essencial

para a definição da escala⁵⁰. Ao se deslocar da nominal para a relativa, as regras a serem atendidas tornam-se progressivamente restritivas, e por decorrência, crescem os tipos de aplicações matemáticas nas quais tais escalas podem ser utilizadas.

As escalas nominais compreendem as situações em que números ou rótulos são utilizados para categorizar objetos e eventos. Como exemplo, imaginar que certa concessionária de energia elétrica tenha observado, a partir de uma amostra, o número de consumidores residenciais que, com determinados níveis de consumo, utilizam aquecimento elétrico (chuveiros e aquecedores centrais) ou outra fonte de energia (gás, solar), e que os resultados estejam representados no quadro 8.

Tipo de Aquecimento	Nível de Consumo	
	Até 100 kWh/mes	Acima de 100 kWh/mes
Elétrico	180	85
Outras Fonte	19	36
Total	199	121

Quadro 8 : Exemplo de mensuração nominal

⁵⁰ Vide: Juster, F.T., Consumer Buying Intentions and Purchase Probability: An Experiment in Survey Design, Journal of the American Statistical Association, 61, 1966, pg.658-696 e Rothman, J., Formulation of an Index of Propensity to Buy, Journal of Marketing Research, 1, 1964, pg.21-25.

As únicas operações aritméticas que podem ser feitas se restringem às contagens, que entre si podem ser somadas, subtraídas ou divididas. Caso a regra fosse designar "1" para elétrico e "0" para outras fontes, a tabela seria simplificada nas linhas, uma vez que o somatório das respostas conteria o total de respostas "elétrico". Moda e média podem ser utilizadas, sendo que no caso dicotômico a média representaria a proporção de "elétricos".

As escalas ordinais são números, letras e outros símbolos utilizados para classificar itens. Trata-se em essência de uma forma mais avançada de categorização. O fato de ocorrer uma ordem de precedência ocasionada pelas constatações em maior ou menor escala de determinada característica não geram informações sobre a ordem de grandeza da diferença entre os itens. Para ilustrar, é apresentado no quadro 9 um índice de qualidade de atendimento em agências de distribuição, mensurado a partir de pesquisa realizada com uma amostra de consumidores. Tendo sido apresentada uma escala com os conceitos de péssimo a excelente.

Índice de Qualidade	Número de Respostas
péssimo	50
ruim	150
regular	200
bom	450
excelente	300

Quadro 9 : Exemplo de mensuração ordinal

A moda e mediana são passíveis de obtenção, no caso ambas pertencentes a quarta classe, a média entretanto não pode ser calculada, pelo simples fato de não haver uma escala de grandeza que dimensione os índices de qualidade.

As escalas por intervalo representam os números que são utilizados para classificar itens. Neste caso, as distâncias entre eles significam as quantidades da característica adotadas na ordem de precedência. Neste tipo de representação a localização "zero" não significa ausência ou indisponibilidade, mas sim um referencial arbitrário que poderia se situar em qualquer outro lugar. No caso específico do marketing, índices de conceito são largamente utilizados em pesquisas de opinião, como demonstra o quadro 10.

Grau de Concordância	Conceito
1	concorda totalmente
2	concorda bastante
3	concorda com ressalvas
4	indeciso
5	discorda em parte
6	discorda bastante
7	discorda totalmente

Quadro 10 : Exemplo de mensuração por intervalo

Todas as operações matemáticas são aceitáveis em escalas desta natureza, assim como média, moda, mediana, variância, dentre outras.

As escalas relativas consistem em números cujas distâncias são mensuráveis e possuem um "zero" como referencial quantitativo, significando a ausência ou inexistência. Uma medida igual a "zero" quer dizer que o item considerado não possui nenhum indício da característica observada. Assim, vendas, custos, mercado potencial, participação de mercado, quantidade comprada, são todas medidas relativas. Por meio de pesquisas de opinião, é possível se obter escalas relativas em atitudes, preferências e julgamentos.

ACURÁCIA⁵¹

A medida é um número designado para refletir alguma característica de um objeto ou evento, por meio da observação. O ideal seria de que a medida observada fosse uma representação exata da característica, mas no momento em que nos afastamos da ciência física e nos aproximamos da ciência comportamental, a amplitude entre ambas tende a tornar-se mais evidente, ressaltando o erro de medição. A acurácia é um conceito muito circunstancial, sendo que sua melhoria depende inversamente da grandeza do erro relativo.

A confiabilidade e validade são atributos derivados da acurácia, os quais podem ser ilustrados a partir de um alvo como o da figura 7. Neste caso, devemos supor que a característica na qual estamos interessados possui parâmetros localizados no centro deste alvo, e que dois instrumentos distintos resultaram em observações rotuladas por "A" e "B".

⁵¹ Sobre a acurácia na prática, vide Wise, G., *The Accuracy of Technological Forecasts, 1890-1940*, *Futures*, 8, 1976, pg. 411-419.

"A" produziu medidas X_A sem orientação definida, as quais em média representavam um valor muito próximo do centro "C", mas individualmente possuem grandes afastamentos, neste caso:

$$E [X_A - "C"] = \text{mínimo} \quad [2.6]$$

$$E [X_A - E [X_A]]^2 = \text{valor significativo} \quad [2.7]$$

A geração de erros é aleatória, e sendo assim é inconsistente e não-confiável.

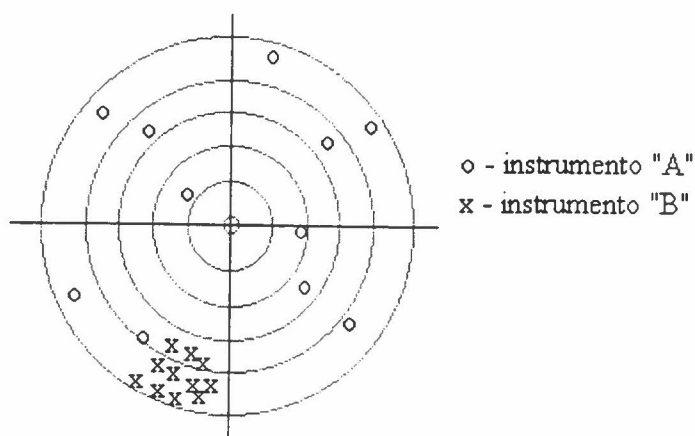


Figura 7: Acurácia dos instrumentos "A" e "B"

Para que o instrumento "A" venha a apresentar medições confiáveis, livre de erros aleatórios significativos, deve-se ter:

$$E [X_A - E [X_A]]^2 = \text{mínimo} \quad [2.8]$$

No caso de "B", análogamente, as medições são bem orientadas, apresentando entretanto um afastamento ou viés persistente ou erro sistemático em relação ao alvo, sendo assim:

$$E [X_A - "C"] = \text{valor significativo} \quad [2.9]$$

$$E [X_A - E [X_A]]^2 = \text{mínimo} \quad [2.10]$$

A validação se refere a propriedade da medição estar livre do erro sistemático, ou

$$E [X_A - "C"] = \text{mínimo}. \quad [2.11]$$

A acurácia é o atributo que as medições apresentam quando não possuem erro aleatório e erro sistemático, ou nesta ordem, são confiáveis e válidas.

Para se melhorar a confiabilidade, algumas técnicas utilizadas são⁵²:

- teste-reteste : adota-se uma mesma medida por meio da repetição de um segundo teste, sendo preservado o instrumento e as condições mais próximas possíveis daquelas ocorridas no primeiro;
- divisão da amostra: divide-se randomicamente em duas sub-amostras, comparando-se os resultados obtidos entre ambas;
- forma alternativa: aplica-se um teste com duas formas equivalentes de um instrumento, comparando-se os resultados;

Validação está intimamente ligada ao conceito de calibragem, sendo possíveis três situações distintas⁵³:

- de conteúdo: quando ocorre a falta de cooperação ou interesse por parte do respondente, ou quando algum atributo importante venha a desconfigurar a medição, tornando-a pouco representativa da característica;

⁵² Parameswaran, R., et.al., Measuring reliability: a comparasion of alternative techniques, Journal of Marketing Research, Feb/1979, 18-25, e Anastasi, A., Psychological Testing, MacMillan Publishing , 1976, Chap.5.

⁵³ Anastasi, op.cit., Chap.6.

- de critério: quando através de um teste de verificação, por meio de perguntas correlatas, observa-se uma tendência de resposta. É rotineiramente utilizado para testes de calibragem;
- de construção: envolve o julgamento criterioso e aprofundado do método de medição e seus resultados. Requer um profundo conhecimento sobre o objeto ou evento que está se medindo.

CAPÍTULO 3 : CENÁRIOS: CONCEITO E TIPOLOGIA

Ocorre uma relação direta entre as tarefas de se tomar uma decisão e se antecipar eventos futuros. A elaboração de cenários toma por base um conjunto de pressupostos bem definidos, os quais desenvolvidos dentro de um conceito imaginário controlado pelo analista que desenvolve o modelo, espelha como deverá ser o futuro, caso estes se tornem realidade.

Há alguma controvérsia semântica sobre a palavra cenário, sendo oportuno observar a tradução descrita em alguns dicionários:

No *Webster's New World Dictionary* a palavra *scenario* significa "1. *the working script of a motion picture*, 2. *an outline of a proposed series of events*"⁵⁴, sendo que a segunda definição é aquela que retrata com precisão a metodologia ora apresentada. No *Novo Dicionário Balsa das Línguas Inglesa e Portuguesa* a tradução da palavra *scenario* no volume Inglês-Português diz: "s. (cin.) cenário, roteiro; (teat.) sinopse". Já no volume Português-Inglês, a palavra *cenário* diz "m. (theat.) *scenery, stage set, decor, setting*"⁵⁵, o que aparentemente não rotulam com suficiência o propósito da metodologia.

Com tais constatações, surge alguma suspeita sobre a escolha indevida da palavra *cenário* como tradução da inglesa *scenario* na tentativa de descrever tal procedimento. Talvez algum outro tipo de definição seria mais adequado, citando *futuros alternativos*, ou *narrativas* entre outras. Não é entretanto objetivo deste trabalho colocar uma dúvida a nível semântico, mas sim, descrever as diferentes técnicas que possibilitam a geração satisfatória de estados alternativos de eventos para a análise do mercado de produtos e serviços.

⁵⁴ Tradução literal: "1. o roteiro de trabalho de um filme, 2. um esboço de uma série proposta de eventos"

⁵⁵ Tradução literal: "paisagem, pano de fundo, decoração, estrutura montada"

A prática do planejamento por múltiplas previsões, na qual diferentes visões do futuro servem de referencial para a formulação de estratégias, utiliza extensivamente a técnica dos cenários. Trata-se do reconhecimento explícito de que simples previsões apresentam sérias limitações, além do que procura conferir aos pressupostos um papel de destaque na interpretação dos resultados e avaliação dos riscos. A acurácia das previsões é consequência direta da formulação adequada destes pressupostos⁵⁶. A construção de futuros alternativos, baseados em alguns pressupostos plausíveis, confere aos analistas de planejamento uma visão mais ampla das oportunidades e riscos que ações adotadas no presente podem esperar do futuro.

Cenários podem ser definidos como uma descrição aproximada das situações futuras possíveis para um fenômeno, que estão de alguma maneira condicionadas à ocorrência ou mudança de estado de algumas variáveis importantes que melhor explicam este fenômeno no presente. O estudo de cenários quer dizer, em outras palavras, o delineamento de diferentes alternativas para aquela que se apresenta hoje, utilizando para isto uma mistura de esforço científico e criatividade. Kahn & Wiener colocam que "...o planejamento, por sua própria natureza, não é um processo mecânico. O importante é a questão da escolha - tanto para as finalidades desejadas quanto para a distribuição dos recursos. Assim, planejamento e racionalização se confundem. Tudo isto nos coloca no limiar de uma antiga e persistente busca: a de escolher o nosso futuro. A questão básica para os estudos não é o esforço de predizê-lo, como este fosse um vasto tapete do tempo desenrolado até algum ponto longínquo, mas sim a projeção de futuros alternativos, os resultados possíveis de diferentes escolhas, de modo que a nação possa conhecer os custos e consequências de diferentes desejos".

⁵⁶ Schnaars, S.P., How to Develop and Use Scenarios, Long Range Planning, vol.20, n.1, 1987, pg.105-114.

A idéia dos futuros alternativos foi pela primeira vez relacionada aos cenários por Kahn & Wiener⁵⁷. Posteriormente Zentner⁵⁸ os definiu como "uma sequência hipotética de eventos construída com o propósito de focalizar a atenção em processos causais e pontos de decisão", e pela primeira vez pesquisadores⁵⁹ emprestaram da biologia a palavra *resilience*⁶⁰ ou resiliência em português, definindo-a como "a habilidade de um plano ser executado adequadamente sob uma variedade de futuros". Para melhor entender, na biologia esta palavra significa a capacidade que algumas espécies possuem de sobreviver em diferentes habitats, em contraposição àquelas que, tornando-se vulneráveis, acabam sendo dizimadas pela alteração climática ou ação dos predadores. Quando o planejamento possui esta propriedade, o apoio de sinalizadores restringe os palpites e amplifica a identificação de eventuais distúrbios, gerando um alerta contra situações e eventos inesperados.

Os cenários podem ser criados com base nos julgamentos e percepções sobre as condições futuras e suas interrelações. As alternativas obtidas por julgamento pessoal, em sua maioria na forma narrativa, carregam pressupostos que uma vez decodificados podem demonstrar implausibilidade ou conflito. A habilidade de desvendar tais inconsistências é particularmente difícil quando um cenário, por demais pretencioso, procura descrever uma situação influenciada por um conjunto muito extenso de variáveis⁶¹.

Os analistas possuem uma opinião crescente de que os fatores que influenciam o futuro são mutáveis, devido principalmente à forte expansão da tecnologia. Sendo assim, nada mais razoável do que se desenvolver um procedimento sistematizado

⁵⁷ Kahn, H. & Wiener, A.J., O Ano 2000, Melhoramentos, 1967.

⁵⁸ Zentner, R.D., Scenarios, Past, Present and Future, Long Range Planning, vol.15, n.3, 1982, pg.14.

⁵⁹ Nair, K. & Sarin, R.K., Generating Future Scenarios, Their Use in Strategic Planning, Long Range Planning, vol.12, Jun/79, pg.57.

⁶⁰ Webster's II - New Riverside Pocket Dictionary descreve como "1. the ability to recover quickly, as from illness. 2. elasticity"

⁶¹ Becker, H.S., Scenarios - A Tool of Growing Importance to Policy Analysts in Government and Industry, Technological Forecasting and Social Change, vol.23, 1983, pg. 95-120.

de seleção das variáveis e definição das interrelações, que tornem o modelo mais compreensível e de fácil alteração. Investigar as omissões e problemas na identificação, bem como falhas no processo causal, tem por objetivo assegurar a consistência interna do modelo.

Uma vez compreendida a racionalidade por detrás do processo, pessoas com diferentes opiniões podem participar da formulação das alternativas, e testar o desempenho do modelo por meio da análise de sensibilidade, realizando assim a etapa da consistência externa.

Alcançar estes atributos torna mais fácil para outros, que não os autores, obter cenários semelhantes por iniciativa própria, quando dispõem dos dados de entrada e das regras de relacionamento. O processo flexível e inteligível possui maiores chances de validação e uso, podendo ser facilmente adaptado para outras situações.

Os cenários podem ser classificados de diferentes maneiras, mas sem exceção possuem raízes nos trabalhos desenvolvidos pela Rand Corporation nos anos 50. Nesta época, Herman Kahn e Olaf Helmer trabalharam em projetos contratados pelo Ministério da Defesa do Governo americano. A técnica de Kahn⁶² ressaltava a previsão por julgamento, a qual acreditava que a parte mais importante estava simplesmente em pensar sobre o problema e se engajar na tarefa de conjecturar sistematicamente. Helmer⁶³, por outro lado, se concentrou na metodologia, cujo procedimento atraiu grande atenção dos analistas e produziu, na sequência, a técnica dos impactos cruzados, ambas com o intuito de formalizar a previsão por julgamento.

O procedimento de Kahn identificava as tendências básicas que pertenciam ao problema analisado, projetava-as com a intenção de construir um cenário *livre de*

⁶² Kahn, H. & Wiener, op.cit.

⁶³ Helmer, Olaf, op.cit.

surpresas, alterando em seguida algumas destas projeções para criar os futuros alternativos. Este último estágio era referido como variação canônica.

Alguns analistas são fortes admiradores da análise qualitativa. Godet⁶⁴ criou a análise prospectiva exploratória como uma alternativa para a obtenção de métodos de previsão mais estruturados. Seu procedimento ressaltava a análise holística e integrativa. Durand⁶⁵ oferece outro procedimento altamente qualitativo denominado análise intuitiva. O principal problema destes métodos era de que eles se apoiavam demasiadamente em avaliações intuitivas e subjetivas de difícil implementação. Passar da análise para a prática era um bom desafio para os planejadores pois muitas proposições eram simplesmente abstratas.

Invariavelmente todos os procedimentos qualitativos apresentam alguma orientação prática ao trabalho de geração de cenários quando orientado para o ambiente de negócios, oferecem uma sequência de etapas e possuem similaridade em atividades como a seleção das variáveis relevantes e a determinação das alternativas plausíveis. É no detalhamento das metodologias que se pode observar a racionalidade e característica inerente a cada um dos métodos. Para tanto, é necessário inicialmente que se estabeleça alguma forma de comparação, motivo pelo qual propõe-se uma tipologia baseada nos seguintes atributos: (i) técnica primária de geração, (ii) modo de estruturação, (iii) natureza dos elementos, (iv) probabilidade, (iv) período de tempo:

(i) quanto a técnica primária utilizada na geração - heurística, simulação e jogos, programação matemática (linear, inteira, quadrática e mista), estimação direta de probabilidades, estruturas causais, árvores de decisão;

(ii) quanto ao modo de estruturação - classificados em emergentes, ou *bottom-up*, e impostos, ou *top-down*. O primeiro resulta do processo de modelagem gradativa das interrelações entre as variáveis, delineado segundo critérios estabelecidos

⁶⁴ Godet, M., Reducing the Blunders in Forecasting, *Futures*, 15, Jun/1983, pg.181-192.

⁶⁵ Durand, J., A New Method for Constructing Scenarios, *Futures*, 4, Dec/1972, pg.325-330.

que utilizam principalmente o consenso entre especialistas e as informações subjetivas. Trata-se de um procedimento sequencial e exploratório que vai incorporando as variáveis⁶⁶. O segundo especifica um modelo pré-definido de situações futuras, com característica normativa, cuja maior preocupação se concentra na consistência interna dos cenários propostos;

(iii) quanto a natureza dos elementos - as variáveis ou elementos são considerados em duas categorias, eventos e tendências. Eventos são fenômenos binários que podem vir a ocorrer ou não em determinado momento no futuro, repentina e inesperadamente apresentam impacto importante sobre o comportamento do sistema. Tendências são séries que se modificam gradualmente ao longo do tempo, apresentam variações de longo prazo e causam mudanças contínuas no sistema;

(iv) quanto a probabilidade - (a) consistentes quando resultam de mensuração subjetiva e refinamento por programação matemática ou simulação, (b) quantificadas quando, embora referidas a uma escala subjetiva, não apresentam preocupação com a consistência, (c) descritivas quando são qualitativas, na forma narrativa ou nominal;

(v) quanto ao período de tempo - (a) período simples - método mais comum que consiste em se definir um período de análise e tentar descrever as situações alternativas até o seu final, (b) multiperíodo - caso ocorra o fracionamento deste intervalo de tempo com cenários apresentados para diferentes ocasiões, (c) contínuo - quando o tempo é tratado de maneira explícita e sem intervalos, podendo se obter os cenários para qualquer período.

A seguir, para facilitar a comparação entre os diferentes métodos para a obtenção dos cenários, foi conduzida uma pesquisa em alguns artigos com o intuito de identificar as etapas principais que configuravam a existência de uma técnica e a

⁶⁶ Becker, H.S., op.cit., pg.95-120.

classificação possível segundo a tipologia já descrita. As metodologias estão identificadas por seus autores e referência bibliográfica pesquisada.

MÉTODO 1 - VANSTON et alii⁶⁷

técnica primária	heurística
estruturação	normativa
elementos	eventos e tendências
probabilidade	descritiva
tempo	período simples

Esta técnica utiliza um procedimento dedutivo, com base em temas dominantes (expansão econômica, preocupação ambiental, tecnologia dominante, entre outros), oferecendo previsões para as variáveis-chave que os compõem.

Etapas:

1. definir propósitos e organizar a equipe:

- especificar os objetivos dos cenários,
- delimitar o escopo do projeto,
- calcular o tempo disponível para a execução,
- caracterizar os membros da equipe,
- estabelecer as necessidades de informações;

2. coletar as informações relevantes:

- desenvolver base de dados completa e consistente,
- tornar eficiente o procedimento de recuperação;

3. listar todos os variáveis relevantes:

- identificar as principais variáveis nos temas social, político, econômico, - tecnológico e ecológico,
- atentar para as variáveis de importância vital para o assunto, denominar variáveis-chave;

⁶⁷ Vanston Jr, J.H., Frisbie, W.P., Lopreato, S.C. e Poston Jr, D.L., Alternate Scenario Planning, Technological Forecasting and Social Change, 10, 1977, pg. 159-180.

4. determinar as variáveis mais pertinentes:

- adotar algum procedimento para reduzir o número de variáveis pelo seu grau de importância para o tema,
- utilizar o apoio de especialistas externos ao grupo, no auxílio à determinação dos pesos,
- atentar para a inclusão da alta gerência nesta etapa;

5. escolher os temas para os cenários alternativos:

- um cenário mais provável como referência,
- situações como: igualdade social, depressão econômica,
- adotadas 6 alternativas;

6. organizar as variáveis em grupos relacionados:

- agrupar em tópicos gerais, como população, transportes,
- foram escolhidos 9 conjuntos;

7. definir a situação presente em termos de variáveis selecionadas:

- utilizar informações sobre as variáveis,
- escrever uma narrativa sobre os tópicos gerais e como estes influenciam os cenários,
- documentar e referenciar o material de consulta,
- criar um glossário de termos técnicos e pouco conhecidos,
- gerar gráficos para demonstrar as tendências ocorridas;

8. desenvolver os cenários mais prováveis:

- projetar as avaliações mais prováveis para as variáveis,
- utilizar técnicas de consenso e normativas,
- adotar os dados da etapa (2) para extrapolações,
- consistir as variáveis e elaborar uma narrativa sobre a premissa mais provável;

9. alterar as variáveis básicas para suportar cenários alternativos:

- reexaminar os valores segundo os temas da etapa (5);

10. preparar os cenários alternativos:

- produzir uma série de cenários similares aos da etapa (9), envolvendo todos os temas de contorno,
- todos devem ser semelhantes em formato, expressão e estilo,
- todas as tendências devem ser referenciadas, os motivos explicados,
- variáveis intervenientes devem ser consideradas;

11. checar todos os cenários pela consistência, clareza e amplitude:
 - verificar a consistência interna e possíveis violações da lógica e razão,
 - envolver pessoas externas para assegurar que o trabalho esteja claro, correto e amplo;
12. modificar os cenários, se necessário, e organizá-los para o uso na instituição:
 - preparar a versão final revisada do trabalho.

MÉTODO 2 - BECKER, H.S.⁶⁸

técnica primária	heurística
estruturação	normativa
elementos	eventos e tendências
probabilidade	descritiva
tempo	contínuo

O autor utiliza o conceito de *key drivers* para facilitar a construção dos cenários, os quais contém, geralmente, duas variáveis que representam os fatores críticos para o mercado analisado. Estas são colocadas em um plano contendo as faixas de variação, e a partir destas são definidos alguns cenários como resultado de simples combinações entre os estados das variáveis. A seguir o autor agrega tendências, eventos e probabilidades para torná-los plausíveis e consistentes.

⁶⁸ Becker, H.S., op.cit.

Etapas:

1. selecionar as variáveis básicas:
 - identificar das influências mais importantes para o delineamento do sistema ou mercado analisado,
 - o autor intitula as variáveis básicas como *key drivers* ou características básicas de cenários,
 - regularmente são escolhidos dois *key drivers* para cada mercado,
 - no trabalho desenvolvido sobre o estudo da demanda de energia nos EUA foram utilizados: (i) crescimento na produtividade, (ii) níveis de desemprego;
2. definir a escala de valores para as variáveis básicas:
 - estabelece os extremos superior e inferior para os *key drivers*, quando possível quantificar;
3. selecionar a quantidade de cenários que serão estudados:
 - combinações das variáveis básicas formando cenários consistentes;
4. designar os indicadores e tendências
 - utilizar aqueles que atendem as necessidades de explicação em cada cenário, tornando-os compreensíveis e plausíveis,
 - incluir itens relevantes ao processo de planejamento interno da corporação;
5. listar os eventos importantes:
 - são os acontecimentos necessários para viabilizar a ocorrência de cada cenário,
6. estimar as probabilidades para cada evento em cada cenário e impactos decorrentes sobre os indicadores:
 - probabilidade de ocorrência e influência em cada indicador;
7. projetar os indicadores e tendências:
 - interligar as tendências com os eventos, de preferência quantitativamente,
 - o autor recomenda a técnica Análise de Impacto Tendencial⁶⁹, cuja maior propriedade está em combinar com sucesso as técnicas tradicionais de

⁶⁹ Gordon, T.J. & Becker, H.S. & Gerjuoy, H., Trend Impact Analysis: A New Forecasting Tool, The Futures Group, Glastonbury, Connecticut, 1974, e Stover, J. & Gordon, T.J., Using Perceptions

previsão, como séries temporais e econometria, com variáveis qualitativas. Isto força o analista a identificar os fatores explícitos de impacto e a avaliar tanto a probabilidade de ocorrência quanto a sua importância. O método não avalia, entretanto, os impactos possíveis que eventos podem ter entre si;

8. preparar as narrativas:

- descrever a evolução das condições em cada cenário, com ênfase aos eventos e tendências chave,
- abordar as implicações sobre o sistema ou mercado estudado,
- avaliar as consequências nas estratégias, políticas e ações.

MÉTODO 3 - MITCHELL, R.B. et ali⁷⁰

técnica primária	programação matemática mista
estruturação	exploratória
elementos	eventos e tendências
probabilidade	consistente
tempo	período simples

Os autores introduzem o tratamento de impactos cruzados entre eventos e tendências, tratam as probabilidades de maneira consistente⁷¹ e selecionam os cenários pelo critério max-max⁷², que consiste em extrair aquele mais plausível, restabelecer as probabilidades na ausência do cenário escolhido, e selecionar o seguinte repetindo o processo. O número de variáveis analisadas é extenso (após uma seleção resultaram ainda em 68) e são tratadas em grupos relacionados. Dois ou três sub-cenários são obtidos para cada grupo, sendo em seguida conectados aos globais denominados *superítems*.

and Data about the Future to Improve Simulation of Complex Systems, Technological Forecasting and Social Change, 1976.

⁷⁰ Mitchell, R.B., Tydeman, J., Georgiades, J., Structuring the Future - Application of a Scenario-Generation Procedure, Technological Forecasting and Social Change, 14, 1979, pg. 410-414.

⁷¹ Mitchell, R.B. & Tydeman, J., Subjective Conditional Probability Modelling, Technological Forecasting and Social Change, 11, 1978, pg.133-152.

⁷² Amara, Roy & Lipinski, A., Business Planning for an Uncertain Future. Scenarios & Strategies, Pergamon, 1983.

Etapas:

1. procurar no ambiente, os eventos e tendências relevantes ao contexto do problema:

- a pesquisa pode ser estruturada ou não, mas deve focar as relações entre o sistema em estudo e o seu ambiente,
- os especialistas deverão ser previamente identificados,
- com relação ao ambiente empresarial, os itens devem ser externos, ou seja, desvinculados das questões internas,
- os itens gerados devem ser convertidos em eventos e tendências explícitas e precisas,
- a correta inserção de tendências auxilia a eliminação de alguns eventos ambíguos e vagos,
- esta fase inicial deve ser conduzida a um nível razoavelmente baixo de detalhes na tentativa de ser mais precisa e reduzir a possibilidade de omissão dos conceitos gerais e relevantes;

2. estimar os itens:

eventos:

- estimar os itens que tomam a forma de eventos quanto a probabilidade de ocorrência,
- se o processo de geração dos cenários for multiperíodo, as estimativas deverão se estender a uma escala temporal,
- é útil estimar os eventos em termos de importância e intenção de que estes venham a ocorrer,
- verificar a confiança nas probabilidades e remover eventos insignificantes;

tendências:

- quando se relacionarem com variáveis quantificáveis, um conjunto de valores possíveis e probabilidades associadas pode vir a ser obtido,
- tendências menos conhecidas deverão utilizar escalas de mensuração por julgamento,
- ocorrerão eliminações, modificações e adições nas rodadas subsequentes,

3. pesquisar por um grupo de itens relacionados:
 - estruturar um conjunto de itens em certo número de grupos, dentro dos quais estes estarão intimamente relacionados,
 - os grupos formarão a base para o exercício de geração dos cenários resultando em combinações prováveis destes itens, que podem representar um sub-cenário dentro dos cenários globais,
 - alguma técnica é necessária para identificar as afinidades relevantes entre itens,
 - aconselha-se que este número não seja superior a dez em cada grupo;
4. determinar os impactos cruzados entre os elementos dentro dos grupos:
 - examinar as interações entre todos os tipos de conexões, ou seja: evento com evento, tendência com tendência, evento com tendência, tendência com evento,
 - cuidar ao interpretar os impactos cruzados como causais, distintamente das correlações parciais;
5. utilizar algum procedimento para geração dos cenários em cada grupo:
 - o tratamento com as variáveis dentro dos grupos pode ser estendido para o multiperíodo e multinível,
 - o procedimento para escolha de um conjunto de cenários variado e mutuamente exclusivos é tarefa delicada,
 - a técnica de seleção max-max dos conjuntos consistentes é recomendada mas apenas aplica-se a conjuntos do tipo evento-evento,
 - as probabilidades dos cenários devem ser revistas *a posteriori*, após a retirada de cada conjunto plausível;
6. atribuir a cada cenário um título descritivo, repetindo a seguir as etapas (2) a (4):
 - cada cenário gerado passa a ser um resultado possível e possui um título descritivo, visto então como um *superitem*,

7. gerar cenários globais

- dado que o número de itens foi reduzido, é possível gerar o conjunto final de cenários globais,
- o agrupamento nos superítemos pode ser agora determinado com menor formalidade, e seguir mais diretamente em direção a um procedimento de análise cruzada entre os cenários, resultante dos conjuntos de prováveis associações.

MÉTODO 4 - DUPERRIN, J.C., GODET, M.⁷³ e NAIR, K. et alli⁷⁴

técnica primária	programação quadrática
estruturação	exploratória
elementos	eventos
probabilidade	consistente
tempo	período simples

Duperrin e Godet criaram um método para impactos cruzados denominado SMIC 74, que entre outras propriedades apresenta principalmente: (i) informações consistentes sobre eventos que devem ocorrer e influenciam o mercado analisado, (ii) classificação primária dos possíveis cenários, (iii) análise de sensibilidade.

⁷³ Vide Duperrin, J.C. & Godet, M., SMIC 74 - A Method for Constructing and Ranking Scenarios, Futures, vol.7, n.4, 1975, e Godet, M., Scenarios of Air Transport Development to 1990 by SMIC 74 - A New Cross-Impact Method, Technological Forecasting and Social Change, vol.9, 1976, pg.279-288. As iniciais SMIC não foram descritas pelos autores, embora tenham a ver com a SEMA Metra International Group, empresa que contratou tais estudos.

⁷⁴ Nair, K. & Sarin, R.K., Generating Future Scenarios, Their Use in Strategic Planning, Long Range Planning, v.12, Jun/1979.

Etapas:

1. selecionar os eventos que influenciam o mercado considerado:
 - eventos são ocorrências de impactos importantes para futuras mudanças, ou são pontos limítrofes das tendências,
 - a seleção é realizada pelos analistas, sem interferência externa;
2. realizar o levantamento de informações brutas:
 - um painel é conduzido por especialistas, os quais informam a probabilidade favorável de um evento em determinado período, bem como aquelas condicionadas a ocorrência e a não-ocorrência de outro evento;
3. calcular as informações consistidas:
 - as probabilidades marginais apresentam pequenas alterações,
 - as probabilidades condicionadas, ao contrário, necessitam de correções expressivas;
4. classificar os eventos:
 - os eventos são classificados em termos de espaço amostral,
 - todas as possibilidades de ocorrência são demonstradas na forma de combinações,
 - a cada uma delas é designado um cenário;
5. classificar os cenários segundo suas probabilidades:
 - para cada cenário, resultante da combinação de eventos, é calculada a probabilidade,
 - a soma de todas as alternativas deve ser igual a 1,
 - são a partir de então classificados;
6. selecionar os cenários
 - com probabilidade próxima de zero,
 - os mais prováveis cuja probabilidade conjunta é superior a 80% são denominados tendenciais,
 - os divergentes com baixas chances de ocorrência;

7. analisar a sensibilidade

- consiste na determinação da matriz de elasticidade, que mede a variação nas chances dos eventos condicionados decorrentes da alteração controlada na probabilidade de um evento específico,
- esta atividade serve para testar o efeito que a ação em um determinado evento acarreta nos demais, e como são restabelecidas as probabilidades dos cenários.

MÉTODO 5 - GERSHUNY, J.⁷⁵

técnica primária	estruturas de decisão
estruturação	exploratória
elementos	eventos e tendências
probabilidade	descritiva
tempo	período simples

Gershuny utiliza uma técnica de modelagem inovadora denominada *lógica de quatro valores* para definir os possíveis impactos causais entre variáveis. As interconexões definem um diagrama de influência ou grafo com conectivos da lógica dedutiva⁷⁶.

A consistência interna das equações é avaliada gradativamente, e ao final é realizado um teste de plausibilidade dos resultados. Os agrupamentos de variáveis procuram caracterizar determinados impactos, os quais uma vez combinados formam um espaço de cenários. A seleção de um número reduzido é realizada de modo analítico, por meio de uma única equação lógica que sintetiza aqueles modelos obtidos nos diferentes agrupamentos. O desempenho desta

⁷⁵ Gershuny, J., The Choice of Scenarios, *Futures*, vol.8, Dec/1976, pg.496-508.
⁷⁶ Hegenberg, L, *Lógica, Simbolização e Dedução*, EDUSP, 1975 e Piaget, Jean, *Ensaio de Lógica Operatória*, EDUSP, 1976.

técnica foi avaliado na construção de modelos para estimativa do mercado regional de energia elétrica⁷⁷.

Etapas:

1. Escolher um número pequeno de variáveis iniciais, fortemente interligadas;
2. Definir um grafo de conexão causal;
3. Deduzir a forma funcional por lógica operatória;
4. Testar a consistência do modelo e corrigir quando necessário utilizando conectivos;
5. Inserir variáveis adicionais, desdobrando as interrelações, e repetir (2,3,4);
6. Concluir o modelo para o primeiro grupo, iniciar o seguinte, e repetir (1,2,3,4,5);
7. Encerrar os modelos dos grupos, comentar as probabilidades para diferentes variáveis;
8. Deduzir analiticamente uma equação singular que busca sintetizar de modo plausível todos as interrelações entre os grupos;
9. Obter os cenários a partir da relação analítica, comentar.

MÉTODO 6 - BNDES⁷⁸

técnica primária	estruturas causais
estruturação	normativa
elementos	tendências
probabilidade	quantificada
tempo	contínuo

⁷⁷ Ribas, J.R., Uma Técnica para Modelagem de Cenários Consistentes na Previsão da Demanda por Energia Elétrica, Dissertação de Mestrado Não-Publicada, EAESP/FGV, 1986.

⁷⁸ Lucas, Luiz Paulo Vellozo, Cinco Anos de Cenários no BNDES, Artigo Não-Publicado, BNDES, 1989.

Os cenários adotados pelo BNDES estão fundamentados em econometria, cujo trabalho de consistência, verificação e validação passa necessariamente por testes quantitativos de significância e eliminação de violações. A novidade neste trabalho está na transparência em que os pressupostos são estabelecidos e representados em cada conjunto de estado das variáveis exógenas (não-controladas). Estes conjuntos representam os dados de entrada do modelo causal, cujos diferentes resultados compõem a quantificação dos cenários alternativos. Os temas destes cenários e suas interpretações completam o trabalho.

Etapas:

1. corte sincrônico:

- toma-se a realidade presente como referência estática e escolhe-se variáveis isoladas ou agrupadas que, em conjunto, nos pareçam capazes de descrever o estado presente da natureza;

2. corte retrospectivo:

- cada elemento ou aspecto da realidade, destacado anteriormente como sendo relevante, é objeto de um estudo onde se procura recolher a opinião de especialistas, referências na literatura e na historiografia disponível. São elaboradas teorias, leis de formação e interrelações,

- formular teorias do comportamento futuro sem a preocupação com coerência ou *looping* de raciocínio, uma vez que as variáveis agrupadas são tratadas como independentes e os cenários ainda são parciais;

3. síntese prospectiva:

- as equipes que trabalharam nos cenários parciais apresentam seus resultados, e o grupo envolvido formula macroteorias estáticas ou dinâmicas. É definido o estado futuro de um ou mais cenários coerentes.

MÉTODO 7 - BASICS BATTELLE⁷⁹

técnica primária	programação matemática
estruturação	exploratória
elementos	eventos e tendências
probabilidade	consistente
tempo	período simples

Utiliza uma metodologia para previsão e geração de cenários alternativos intitulada BASICS, cujo desenvolvimento é conduzido por uma instituição suíça denominada Battelle. A técnica adaptada da Rand Corporation utiliza algoritmos computacionais associados com previsões por julgamento.

Etapas:

1. formular o problema:
 - a análise de comportamento de determinado mercado é solicitada,
2. identificar as principais variáveis:
 - três sessões de dinâmica de grupo são realizadas,
 - utiliza-se a técnica do grupo nominal - procedimento *round robin* desenvolvido pela Universidade de Wisconsin que realiza uma pesquisa de opinião de modo sistemático e sem confrontos,
 - solicita-se uma relação das variáveis relevantes e sua classificação por ordem de importância,
 - as 20 primeiras são selecionadas;
3. analisar as tendências
 - cada variável é explicada, revistas as informações passadas, a situação atual e especuladas algumas tendências para o futuro,

⁷⁹ Millet, S.M., Battelle's Scenario Analysis of a European High-Teck Market, Planning Review, Mar-Apr/1992, pg.20-23.

- os ensaios são conduzidos pelos analistas e alguns profissionais da empresa contratante,
- de dois a quatro resultados para cada variável são apresentados, bem como suas respectivas probabilidades;

4. analisar os impactos cruzados

- uma matriz quadrada com variáveis e possíveis resultados é montada, nas células estão estimadas as probabilidades condicionais,
- um programa de computador refina as probabilidades,
- as diferenças de julgamentos são revistas e reconciliadas;

5. agrupar em conjuntos consistentes

- resultados com altas probabilidades são reorganizados em conjuntos internamente consistentes;

6. seleção dos cenários

- com base nos conjuntos mais prováveis alguns cenários são extraídos,

7. título e narrativa para os cenários

- são explicadas as tendências para cada cenário, e com base nestas as chances de ocorrência.

MÉTODO 8 - DYCIM : Dynamic Cross Impact Analysis⁸⁰

técnica primária	árvores de decisão
estruturação	exploratória
elementos	eventos
probabilidade	consistente
tempo	multiperíodo

Modo de registro sistemático dos julgamentos sobre interrelações de estados futuros e geração de um conjunto consistente de cenários.

⁸⁰ Amara, Roy & Lipinski, A.J., op.cit., pg. 65-71.

Etapas:

1. identificar as principais variáveis

- são selecionados os eventos importantes e probabilidades cumulativas;

2. realizar previsões preliminares

- devem ter boa qualidade, uma vez que influenciarão os especialistas na tarefa de estimação das probabilidades. São apresentadas na forma de valor inicial e tendência;

3. qualificar as fontes

- os especialistas recebem informações e são estimulados a trocar idéias;

4. analisar as interrelações

- são elaborados os gráficos contendo as variáveis de causa e efeito, avaliado o nível de especialidade dos painelistas sobre o assunto e reprojatados os níveis futuros;

5. processar os resultados

- são obtidas as estimativas ponderadas pelos níveis de especialidade, e recalculadas as probabilidades marginais e cruzadas;

6. gerar previsões para as variáveis exógenas

- as diferentes estimativas obtidas dos especialistas são utilizadas como base;

7. processar o modelo

- é reutilizado para prever as variáveis endógenas e melhorar sua consistência final.

MÉTODO 9 - DINÂMICA DE SISTEMAS⁸¹

técnica primária	simulação
estruturação	exploratória
elementos	eventos e tendências
probabilidade	quantificada
tempo	multiperíodo

Utiliza técnicas de simulação para testar as previsões sobre o comportamento dos sistemas, obtidas como resultado das análises nas propriedades de retroalimentação.

Etapas:

1. definir o problema

-é necessário um grande esforço de julgamento e criatividade na tarefa de responder algumas questões, por meio das quais se pretende identificar a área onde há interesse no comportamento dinâmico, e o motivo pelo qual se realizam tais investigações;

2. estruturar o sistema

-construção de um diagrama de influência através de um procedimento envolvendo a observação do sistema, discussão com as pessoas envolvidas e análise de dados;

3. modelar as equações

-cada ligação no diagrama deve ser representada por uma equação que explique esta relação de dependência. Estas podem ser simples identidades, relações ou funções;

4. realizar a experimentação por simulação

⁸¹ Vide em Forrester, J.W., Industrial Dynamics, MIT Press, 1961, e Forrester, J.W., Principles of Systems, Cambridge, Wright-Allen Press, 1972. Extraído de Coyle, R.G., Some Empirical Evidence on the Application of Industrial Dynamics, in Systems and Management Annual 1975, Churchman, C.W. ed., Petrocelli/Charter Inc, 1975, pp. 151-170.

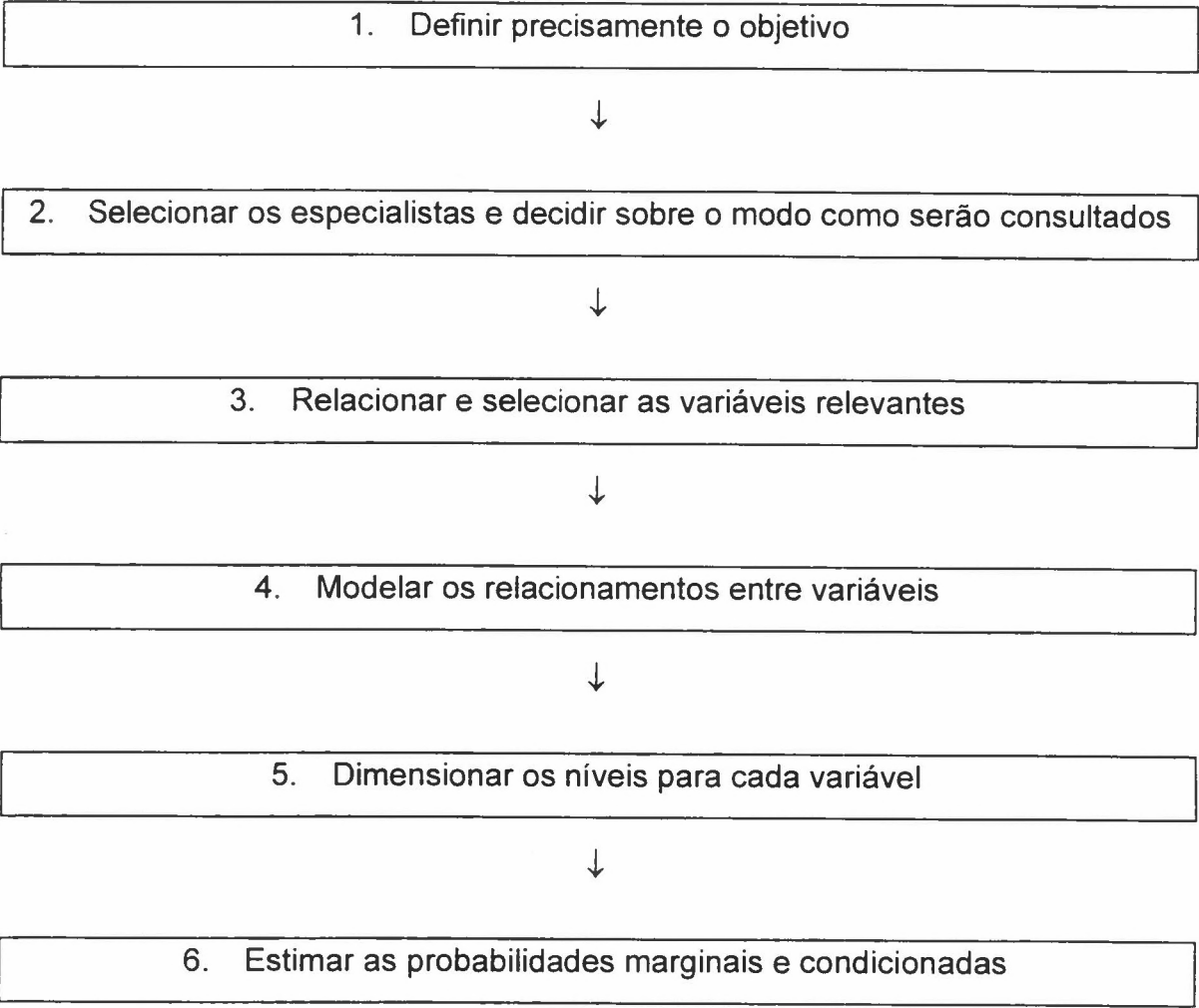
-é utilizado um computador para resolver as equações estruturais e uma linguagem de simulação especial denominada DYNAMO. O modelo é executado segundo uma grande variedade de condições sobre o ambiente externo, com o objetivo de testar seu comportamento quando submetido aos diferentes choques causais;

5. analisar estruturalmente

-é realizada uma análise cuidadosa da retroalimentação nos resultados obtidos da simulação. As raízes de comportamentos indesejáveis são sempre encontradas nas situações de conflito. Na prática, a avaliação conduz a novas tentativas de simulação, até que as soluções satisfatórias sejam alcançadas.

CAPÍTULO 4 : METODOLOGIA PROPOSTA

Os capítulos anteriores procuraram revisar algumas alternativas metodológicas importantes utilizadas no tratamento de informações, com a finalidade de realizar previsões. O objetivo do presente trabalho, a ser detalhado nesta fase, está em apresentar um procedimento opcional para a formulação dos cenários alternativos. As etapas serão observadas na ordem sequencial da implantação, e farão uso de algumas técnicas investigadas que funcionarão associadas a instrumentos adaptados para garantir a coerência e facilidade operacional. Ao final, é estabelecida uma classificação tipológica. As etapas são:





7. Refinar as probabilidades



8. Selecionar os cenários



9. *Batizar* os cenários e elaborar narrativas

1. Definir precisamente o objetivo.

Refere-se a formulação adequada e delimitação precisa do problema, bem como das respostas e resultados que se espera obter por meio da previsão por julgamento. Formular um problema de maneira satisfatória significa identificar o fenômeno a ser analisado de modo conciso e objetivo. A resolução de problemas muito amplos peca pela excessiva generalização e obtenção de conclusões muito vagas e de difícil utilização prática no planejamento, enquanto aqueles muito fragmentados tornam-se extremamente longos, complexos, caros, mais expostos a ocorrências de inconsistência, imprecisão e má especificação. A definição ideal do problema é aquela que, apesar de concisa, é suficientemente informativa para a análise e tomada de decisões. Delimitar o problema significa estabelecer previamente o horizonte de análise, localização geográfica, características e segmentos populacionais, restrições, pressupostos, recursos disponíveis e cronograma. Estes parâmetros são referenciais para a definição da extensão e profundidade das pesquisas;

2. Selecionar os especialistas e decidir sobre o modo como serão consultados.

Três regras devem ser seguidas para que se possa utilizar os julgamentos de modo construtivo e sistemático: (i) utilizar alguns critérios para a seleção; (ii)

adotar as condições apropriadas para a coleta de informações; (iii) combinar as estimativas dos diversos painelistas dentro de um campo de variação restrito e bem distribuído.

Na realidade muito se depende da qualidade do especialista e a seleção apropriada apresenta vários problemas. Há dificuldades na definição das suas qualificações e na mensuração do seu desempenho relativo⁸². A definição de *especialista*⁸³ se refere a "que, ou o que se dedica exclusivamente ao estudo ou a prática de uma ciência, uma arte, uma profissão", a questão está no dimensionamento do grau de dedicação e na maneira como o seu conhecimento se materializa em boa percepção e qualidade nos julgamentos. Quanto às condições adequadas, entenda-se que a comunicação deve fluir facilmente. A formulação inicial do modelo, mesmo que tentativo, serve para descrever o problema de modo analítico aos especialistas, o que clarifica o entendimento do problema e reduz as chances de que ocorram problemas na qualidade das respostas por má interpretação. O desempenho aumenta substancialmente quando estes possuem acesso a informações relevantes e quando podem interagir com profissionais que possuem conhecimento na mesma área ou correlatas. O modo tradicional e mais simples para a obtenção de consenso é a condução de reuniões de *brainstorm* ou *mesas-redondas*, onde se requisita uma posição do grupo para a solução de determinado problema. Esta técnica está sujeita a uma série de críticas, entre as quais a mais contundente é de que o resultado final se origina de um compromisso ou pacto entre as partes conflitantes, obtida por fatores psicológicos tais como a persuasão pela autoridade, eloquência, insistência em descartar publicamente uma má proposição ou conformismo em aderir à maioria. O modo de consulta deve ser estabelecido com o intuito de minimizar

⁸² Pesquisas em diversas áreas foram conduzidas na tentativa de detectar "ganho" de informação pelo julgamento de especialistas, a exemplo de Wise, G., op.cit.

⁸³ Pequeno Dicionário Enciclopédico Koogan Larousse, 1979, ed. Larousse, pg.334.

a ação de tais componentes, e a melhor forma está em eliminar as atividades desenvolvidas em comitês de especialistas, e trocar por um método cuidadosamente definido que os interroge de maneira sequencial e individual, usualmente por intermédio de questionários. O processo de comunicação passa a ser conduzido de modo impessoal pelo analista através da recepção das respostas e retorno das informações processadas com justificativas de posicionamentos além da inclusão de dados externos e fatos novos. Este processo de realimentação restringe julgamentos absurdos e garante o atendimento à terceira regra;

3. Relacionar e selecionar as variáveis relevantes.

Uma lista de eventos externos⁸⁴ é apresentada previamente aos participantes⁸⁵ constituída por um título identificador e um mnemônico abreviado com 4 letras, uma curta descrição e algumas informações relevantes quando disponíveis, como tendências passadas e resultados de pesquisas. A quantidade de dados e indicadores fornecida não pode ser extensiva, seguindo justamente a recomendação de Armstrong⁸⁶, de que o aumento no volume de informações acima de um mínimo necessário não melhora a acurácia, o que sobe na realidade são os custos.

Os painelistas são então solicitados a elaborar uma segunda lista contendo as dez variáveis que julgam mais relevantes para a análise e solução do problema, podendo completá-la com aquelas que não constam na lista, mas são importantes segundo o seu julgamento. Neste caso, tem a atribuição adicional de propor a identificação apropriada composta de um título e um mnemônico com 4 letras, breve descrição do significado e modo de ocorrência, além de algumas informações sobre situações passadas.

⁸⁴ São considerados externos aqueles que estão fora do ambiente sob controle da instituição, tendo portanto característica exógena.

⁸⁵ A técnica de fornecimento prévio da relação de variáveis segue experiência similar apresentada em Vickers, B., Using GDSS to Examine the Future European Automobile Industry, *Futures*, 24, 1992, pg. 789-812.

⁸⁶ Armstrong, J.S., *Long-Range Planning: From Crystal Ball to Computer*, Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, 1985, pg. 100.

Como próximo passo, estes devem avaliar o conjunto daquelas dez mais relevantes, e tentar selecionar quatro sub-grupos. O primeiro, denominado *fatores-chave*⁸⁷, deverá conter as duas variáveis de extrema importância, sem as quais seria impossível analisar o problema de modo suficiente. O segundo, chamado *fatores-efetivos*, relaciona as quatro variáveis seguintes e está em um nível de importância inferior ao primeiro. Julgado como fundamental para a avaliação adequada do problema, pode preterir até no máximo um de seus itens, nas ocasiões em que seja necessário facilitar o processo de modelagem ou a consistência interna. O último grupo de *fatores-complementares* contém aqueles quatro itens importantes no apoio a melhor compreensão das interrelações e impactos, os quais tornam o modelo mais transparente e aceitável sem causar complexidade. São excelentes efeitos secundários que, quando explícitos, ajudam no dimensionamento dos fatores-chave. Caso nenhum destes quatro itens venha a ser incluído no modelo, não deverá haver perda de suficiência na análise do problema.

Os resultados retornam ao analista que, de posse das novas variáveis propostas pelos painelistas amplia a sua lista. O segundo questionário é submetido a uma rodada, agora acrescido dos itens propostos e da primeira seleção dos sub-grupos. Nesta oportunidade é solicitado que a seleção seja reavaliada em função das novas informações que o compõe. As inclusões de itens não são mais aceitas nesta rodada, e o processo de seleção é final.

O objetivo a partir deste momento está em explorar o conhecimento dos especialistas na identificação das principais variáveis de causa pela: (i) inclusão de novos itens não apresentados na lista inicial, (ii) seleção dos três sub-conjuntos por ordem de importância para a solução do problema.

O último passo consiste em atribuir pesos para os itens que compõe os diferentes sub-grupos. A especificação da grandeza destas medidas é uma

⁸⁷ No planejamento estratégico podem ser entendidos como os fatores críticos de sucesso, vide Leidecker, J.K. e Bruno, A.V., Identifying and Using Critical Success Factors, Long Range Planning, 17, 1984, pg. 23-32.

tarefa delicada uma vez que deverá influir na classificação final. A escala mais adequada é a relativa, já descrita anteriormente, a qual ordena as variáveis segundo o seu grau de importância. Sua principal característica é de que o valor zero para determinado item significa a impossibilidade ou completa insignificância na propriedade de explicação do fenômeno analisado. As escalas iniciais para cada sub-grupo terão os seguintes pesos:

- grau "4" para os fatores-chave;
- grau "2" para os fatores-efetivos;
- grau "1" para os fatores-complementares.

Não significa dizer que os fatores-efetivos são duas vezes mais importantes que os complementares, mas para efeito de ordenação, é necessária a identificação de um mesmo item como complementar por dois especialistas, para que este venha a equivaler a uma única indicação de outro item como efetivo.

Na classificação ordinal final se tem o somatório dos escores para todos os itens julgados pelos especialistas, com a seleção dos mais relevantes. O corte não é tão simples, devendo ficar a critério do analista. O número de variáveis que será transferido para a fase de modelagem deve ser parcimonioso mas, por outro lado, grande o suficiente para que a estruturação não seja prejudicada em termos de consistência, poder de explicação e transparência. Neste caso devem ser evitados aqueles agrupamentos que, uma vez interrelacionados, resultem em situações amplas, genéricas ou ambíguas.

4. Modelar os relacionamentos entre variáveis.

Serão adotados como referencial os aspectos teóricos observados anteriormente na seção das técnicas de modelagem. A estruturação de relacionamentos segue o critério dos grafos, com conexões aos pares, que apesar de causar alguma perda de relevância e confiabilidade representa uma grande simplificação no trabalho dos especialistas.

O conjunto de variáveis escolhidas na fase anterior retorna na forma de uma lista em ordem alfabética e uma tabela triangular, identificadas pelo título e mnemônico com quatro letras. É importante observar que não se fornece a classificação ordinal resultante da fase anterior, por se julgar que, para a finalidade de avaliação dos relacionamentos, esta informação é irrelevante e pode inclusive atrapalhar o raciocínio.

Os painelistas são solicitados a indicar um "x" naquelas células, representantes das intersecções, que identificam uma conexão importante entre as variáveis. Embora teoricamente a grande maioria dos cruzamentos possa apresentar algum tipo de interrelação, é esclarecido que o efeito considerado deve ser direto, não dependendo de nenhum outro fator intermediário ou transitivo.

Cada conexão deve possuir uma indicação da direção, onde serão observadas as variáveis de causa e efeito. Ocorrem situações em que um par de itens é bidirecionado ou simétrico, var(a) afeta var(b) e vice-versa, criando um efeito recursivo indesejável no processo de modelagem. Cabe ao painalista decidir sobre a orientação preponderante, a qual deve estar associada a direção do efeito primário no par, ou em último caso, agrupar ambas em um efeito combinado ou variável resultante. A tabela apresentada nesta etapa é quadrada, onde as linhas indicam as variáveis de causa ("de") e as colunas as de efeito ("para"). Seguindo o mesmo critério, o painalista indica com um "x" aquelas células que denotam a direção mais adequada. Como uma consistência grosseira, é recomendado que se verifique caso a quantidade de "x" na tabela de conexões é idêntico ao da tabela de direções. Cada direção deve ter um sentido, e sendo assim, é necessário indicar através de uma informação de sinal qual é a orientação da dependência. O símbolo "+" significa que no caso de certa variável aumentar a outra deve do mesmo modo aumentar, ou seja, são diretamente proporcionais. Por outro lado, o sinal "-" indica que ambas variam de forma inversa, enquanto a taxa de variação de uma delas cresce a de outra deve se deslocar em sentido

contrário. Uma tabela quadrada semelhante àquela das direções é apresentada, sendo solicitado que nas mesmas células onde o especialista indicou a direção sejam também indicados os sentidos, por meio de sinais.

O questionário com as três tabelas retorna ao analista para os testes de consistência interna onde são verificadas as conexões, direções e sentidos. É construído um grafo para cada resultado, onde são indicadas por meio de um diagrama de influência todas aquelas opções definidas pelo painalista.

Uma segunda rodada é acionada, quando é apresentado um questionário que relaciona todas as definições anteriores e o diagrama de influência resultante. As inconsistências e problemas de especificação fazem parte de um diagnóstico do analista sobre os resultados. O especialista pode manter o posicionamento inicial desde que tenha resolvido eventuais problemas e apresentado um modelo final consistente. Este pode ainda requisitar a presença do analista para apoiá-lo na redefinição.

A consolidação dos resultados é realizada por meio de uma tabela de frequências absolutas, a qual contém o arranjo dos pares de variáveis e as correspondentes quantidades de conexões, direções e sentidos. O modelo final é produto das maiores incidências, ou modas, nas diferentes conexões. Deve se ter uma cautela em especial nesta etapa, quando a estrutura resultante poderá ainda apresentar alguns problemas de inconsistência. Neste caso, o analista deve recorrer a especialistas com o objetivo de refinar o modelo, incentivando a troca de idéias através da técnica de entrevista em profundidade com um pequeno comitê.

5. Dimensionar os níveis para cada variável.

O maior viés do julgamento humano é a inconsistência, responsável por uma imensa proporção dos erros de previsão e deficiências no planejamento. Um requisito importante na minimização deste viés está em desenvolver um processo formal de previsão onde estejam associados a intuição e julgamento humano com os resultados de métodos analíticos, deste modo, o painalista

ao tomar conhecimento de um referencial mais elaborado delimita com maior clareza as regiões onde certas situações são impossíveis. A interação contínua entre o painelista e o sistema de informações é crucial, ao contrário do que propõe Makridakis⁸⁸, devendo ser estimuladas intervenções sobre o modelo a todo instante.

O método KSIM⁸⁹ propõe que seja definida uma matriz quadrada de interações entre as variáveis, onde os graus de dependência e variações marginais sejam obtidos por meio de sinais. Deste modo, 4+ e 4- representam fortes graus de dependência direta e inversa respectivamente, dentro do conceito da escala por intervalos de atitudes de Likert. Em seguida, são arbitrados os valores iniciais para as variáveis e estimados os resultados futuros segundo um desenvolvimento assintótico.

Já o método QSIM2⁹⁰ apresenta uma melhoria importante, por explicitar os valores iniciais, as taxas de variação, formas funcionais e relações de interação entre as variáveis. Apresenta na realidade um procedimento mais transparente e flexível no tratamento de modelos estruturais, por acomodar com facilidade os parâmetros e elasticidades obtidos das equações causais, as taxas de crescimento das séries temporais, e as variações marginais e conjuntas de métodos heurísticos e intuitivos.

Ao atingir esta fase o analista já possui a seleção das variáveis mais importantes, a estrutura de relacionamento causal e seus sentidos (sinais). Para estimar os níveis e tendências futuras, deve inicialmente construir uma base de dados e parâmetros mais elaborada, com o auxílio da inferência

⁸⁸ Makridakis, S., If We Cannot Forecast, How We Can Plan?, Long Range Planning, 14, 1981, pg.10-20

⁸⁹ Kane, J., A Primer for a New Cross-Impact Language - KSIM, Technological Forecasting and Social Change, 4, 1972, pg.129-142, e Lipinski, H. & Tydeman, J., Cross-Impact Analysis: Extended KSIM, Futures, April/1979, pg.151-154. O significado do título KSIM não foi apresentado pelo autor.

⁹⁰ Wakeland, W., QSIM2: A Low-Budget Heuristic Approach to Modeling and Forecasting, Technological Forecasting and Social Change, 9, 1976, pg.213-229. O significado do título QSIM não foi apresentado pelo autor.

estatística e econometria. Esta é a fase onde o trabalho de análise e levantamento de dados é mais intenso.

Devem ser obtidos dados primários ou secundários para todas as variáveis participantes do modelo, tais como desenvolvimentos passados, pesquisas de opinião e censos. São elaborados gráficos de evolução, descrições técnicas e, mais importante, coeficientes de elasticidade entre causa e efeito. Quando ocorre mais de uma conexão causal, as elasticidades apresentadas são parciais, resultantes de métodos multivariados. Concluída esta etapa, o analista terá montado uma espécie de estrutura quantificada dos itens que compõem o modelo.

A tarefa final nesta etapa está em elaborar estimativas com base no determinismo histórico. São obtidas as estimativas futuras para as variáveis exógenas, intermediárias e endógenas do modelo estrutural utilizando-se as informações constantes da base de dados, com o auxílio de algumas técnicas de previsão relatadas no capítulo 1.

6. Estimar as probabilidades marginais e condicionadas.

A tarefa principal nesta fase está em disponibilizar um conjunto de probabilidades subjetivas para as variáveis exógenas, com o intuito de explicitar o efeito das incertezas inerentes ao modelo de previsão. O critério a ser adotado explora alguns aspectos da metodologia dos painéis Delphi para o levantamento das estimativas por julgamento com o apoio de especialistas. É apresentado aos especialistas o modelo de relacionamento causal e todas as variáveis exógenas que intervêm na malha, separadas em eventos e tendências, cada qual suficientemente identificada

Para o caso das tendências:

- a) é apresentada uma régua contendo intervalos para as variáveis exógenas, na qual os valores centrais correspondem as tendências históricas ou as estimativas mais prováveis;

b) são incluídas as taxas de crescimento para os diferentes intervalos de tempo e evoluções históricas, informações estas que acompanham as réguas de probabilidade. O objetivo principal está em subsidiar os especialistas na tarefa de julgar as chances para cada intervalo;

Quanto aos eventos, devem ser estimados os impactos cruzados, por meio das questões:

- Qual a probabilidade de que aconteça a *variável A* durante o intervalo de tempo transcorrido até determinado ano?
- Caso a *variável A* apresente variações significativas, modificam as chances de que a *variável B* ocorra? Qual a nova probabilidade?
- Caso a *variável A* não ocorra, modificam as chances de que a *variável B* venha a ocorrer? Qual a nova probabilidade?

O tratamento das variáveis tendenciais e eventos é normalmente apresentado em separado⁹¹. Neste trabalho, estas são tratadas como pertencentes a uma só estrutura onde uma relação linear exprime os impactos causais, independentes entre si, e cuja probabilidade resultante é o produto das probabilidades marginais. Neste caso, o evento é observado como uma tendência na forma binária, sujeita a determinada probabilidade, que quando ocorre aciona um impacto com certa ordem de grandeza. Outros autores, como Godet e Kane⁹², estabeleceram a conexão entre tendências e eventos na forma inversa, ao tratar os primeiros como se eventos fossem. Seja qual for a técnica, a simplificação que esta causa no trabalho de previsão é imensa, com a vantagem de não vir a comprometer a consistência final do modelo. As críticas quanto ao viés de especificação⁹³ ou quanto a

⁹¹ A exemplo de Mitchell, R.B., Tydeman, J., Georgiades, J., op.cit.

⁹² Godet, M., 1976, op.cit. e Kane, J., 1972, op.cit.

⁹³ Kelly, P., Further Comments on Cross-Impact Analysis, *Futures*, 8, 1976, pg.341-345; Mitchell, R.B. & Tydeman, J., A Note on SMIC 74, *Futures*, 8, 1976, pg.64-67; Mitchell, R.B. & Tydeman, J., A Further Comment on SMIC 74, *Futures*, 8, 1976, pg.340-341; Mitchell, R.B., Tydeman, J., Curnow, R., Scenarios Generation: Limitations and Developments in Cross-Impact Analysis, *Futures*, 9, 1977, pg.205-215.

desconsideração da dependência do tempo⁹⁴ não sustentam argumentação por demais convincente para estimular o abandono deste artifício.

Na segunda rodada são apresentadas as médias para as diferentes respostas, referentes as probabilidades marginais e condicionadas no caso dos eventos, e as distribuições no caso das tendências. Os especialistas são convidados a refletir a respeito das suas estimativas, tomando por base o conjunto das respostas não identificadas dos demais participantes. A mudança de valores é livre e, contrariando o método Delphi original, não requisita maiores explicações sobre as razões em se manter ou não determinadas estimativas.

Uma vez preenchidos, as respostas constantes nos formulários da segunda rodada devem resultar nas probabilidades revisadas finais.

7. Refinar as probabilidades

A técnica utilizada no tratamento das probabilidades depende diretamente do tipo das variáveis envolvidas:

Situação I - tendência exerce influência linear⁹⁵ sobre outra tendência: caso simples em que as distribuições de probabilidades das variáveis de causa ("X") e efeito ("Y") estão diretamente vinculadas, sendo que a relação em "Y" resulta de uma equação linear com "X" do tipo: $Y_i = a + b.X_i$.

Seja: $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \text{prob}(x_0 \leq X_1 \leq x_1, x_1 < X_2 \leq x_2, \dots, x_{n-1} < X_n \leq x_n)$ [4.1]

e: $g(y_1, y_2, \dots, y_n) = \text{prob}(y_0 \leq Y_1 \leq y_1, y_1 < Y_2 \leq y_2, \dots, y_{n-1} < Y_n \leq y_n)$ [4.2]

mas: $g(y_1, y_2, \dots, y_n) = \text{prob}(a+b.x_0 \leq Y_1 \leq a+b.x_1, \dots, a+b.x_{n-1} < Y_n \leq a+b.x_n)$ [4.3]

como $a+b.x_i$ é uma transformação linear então $f(x_i) = g(y_i)$. [4.4]

Situação II - várias tendências influenciam outra tendência: nesta situação há mais de uma variável de causa do tipo tendência, e "Y" é explicada por uma

⁹⁴ Bloom, M.F., Time-Dependent Event Cross-Impact Analysis: Results from a New Model, Technological Forecasting and Social Change, 10, 1977, pg.181-201.

⁹⁵ Ou linearizável por anamorfose.

equação linear múltipla do tipo: $Y_i = a + b.X_i + \dots + c.W_i$. Por ser pressuposta a condição de independência entre as causas, a probabilidade resultante é o produto das probabilidades marginais. Para uma situação em que existam duas variáveis de causa:

$$\text{sejam: } f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \text{prob}(x_0 \leq X_1 \leq x_1, x_1 < X_2 \leq x_2, \dots, x_{n-1} < X_n \leq x_n) \quad [4.5]$$

$$\text{e: } h(z_1, z_2, \dots, z_m) = \text{prob}(z_0 \leq Z_1 \leq z_1, z_1 < Z_2 \leq z_2, \dots, z_{m-1} < Z_m \leq z_m) \quad [4.6]$$

$$\text{variáveis independentes da equação: } Y_{ij} = a + b.X_i + c.Z_j \quad [4.7]$$

$$\text{então: } g[x_i \cap z_j] = f(x_i) \cdot h(z_j) \quad [4.8]$$

$$\text{assim: } g[y_{ij}] = f(x_i) \cdot h(z_j) \quad [4.9]$$

$$\text{vetorializando: } y_{ij} \Leftrightarrow y_l, l=1 \dots q=n. \quad [4.10]$$

os “q” valores de y_l são arranjados em ordem ascendente e discretizados em “p” intervalos de probabilidade, sendo a nova distribuição:

$$g^*(y_1, y_2, \dots, y_p) = \text{prob}(y_0 \leq Y_1 \leq y_1, y_1 < Y_2 \leq y_2, \dots, y_{p-1} < Y_p \leq y_p). \quad [4.11]$$

Situação III - evento afeta tendência: neste caso o impacto do evento deve ser incorporado ao modelo com o auxílio de uma variável dicotômica, que assume os valores “1” quando acontece e “0” ao contrário. Deste modo, a relação linear se assemelha a situação II onde $Y_i = a + b.X_i + \Delta.C$, neste caso, $b.X_i$ é uma causa tendencial qualquer, Δ mede a intensidade absoluta do impacto e “C” é o evento em escala dicotômica. A regra de consistência das probabilidades é similar à adotada na situação II.

Situação IV - evento influencia outro evento: devido a natureza subjetiva das estimativas, muito raramente estas se ajustam aos axiomas da teoria clássica. Para resolver esta inconsistência Godet⁹⁶ propõe a técnica de programação quadrática e Mitchell et ali⁹⁷ adotam um método misto de programação linear e inteira, ambas eficientes. As restrições do sistema devem considerar que:

⁹⁶ Godet, M., 1976, op.cit.

⁹⁷ Mitchell, R.B., Tydeman, J., Curnow, R., 1977, op.cit.

1. todas as probabilidades marginais estejam compreendidas entre 0 e 1 inclusive,

$$2. p(b|a) \times p(a) = p(a|b) \times p(b) \quad [4.12]$$

$$3. p(b) = p(a|b) \times p(b) - p(a|\sim b) \times [1 - p(b)] \quad [4.13]$$

$p(a|\sim b)$: significando a chance que o evento "a" venha a ocorrer, na ausência de "b".

8. Selecionar os cenários.

Esta etapa se caracteriza pela consolidação dos resultados do modelo. Como solução tem-se conjuntos homogêneos das estimativas de estados conjugados com as chances estimadas de ocorrência.

Existem dois meios para se selecionar os cenários, ambos vinculados ao modo como estes foram gerados. Em um extremo estão os pontuais, são específicos, obtidos de simulações *what-if* e possuem baixa probabilidade; no outro estão os metacenários⁹⁸, os quais agregam grandes conjuntos de alternativas e resultam das distribuições de probabilidades. Este último será adotado, resultante da especificação inicial dos estados possíveis das variáveis exógenas e do efeito destilado no final da malha causal. Por decorrência da ampla consolidação, ocorre a penalização sobre a incerteza decorrente da grande quantidade de estados futuros, aliada ainda a menor sensibilidade sobre os possíveis desvios e mudanças. Quanto menor for a variância na distribuição de expectativas futuras, mais estreitas serão as faixas dos valores prováveis e menor será o grau de incerteza. Para que isto seja possível basta eliminar extremos implausíveis, adotando argumentações convincentes que venham a conduzir ao consenso aqueles grupos com opiniões muito diversas.

⁹⁸ Termo definido por Amara, R. & Lipinski, A.J., op.cit, pg. 65-71, com descrição detalhada e técnica encontrada em Edesess, M. & Hambrecht, G.A., Scenario Forecasting: Necessity, Not Choice, The Journal of Portfolio Management, Spring-1980, pg.10-15.

Quanto ao número de alternativas, Beck⁹⁹ argumenta que de três, uma delas é quase sempre tendencial, resultante do uso tradicional de técnicas extrapolativas. Isto pode inclinar o decisor a avaliar os cenários pela ótica numérica, e assim, vir a optar sempre pela situação intermediária, aquela decorrente da projeção histórica. Recomenda portanto que se utilizem dois cenários em circunstâncias bem contrastantes, mas que não sejam extremistas, evitando aqueles que prevêem a destruição das economias e holocaustos. Schnaars¹⁰⁰ segue a mesma recomendação, argumentando que a situação é mais sensível em cenários que utilizam tendências quantitativas categorizados por alternativas *alta*, *média* e *baixa*. A média é usualmente adotada por se entender como sendo a aposta mais sensata. Para se evitar tal atitude de preferência, devem ser adotadas narrativas para os cenários de modo que sejam descaracterizadas as alternativas. Estudos de Linneman e Klein¹⁰¹ identificaram que a grande maioria das empresas costuma utilizar três cenários.

As argumentações de Beck e Schnaars são muito restritas, e surpreendentemente desfocadas da grande dificuldade que normalmente ocorre quando se elaboram cenários pelo método exploratório. O primeiro fato é de que a quantidade de alternativas é totalmente circunstancial, estando vinculada ao nível de incerteza do problema e ao risco das consequências econômicas e sociais decorrentes daquelas situações desprezadas. Pode ocorrer que, previamente ao lançamento de um produto, tantos sejam os fatores críticos a serem considerados e o número de possibilidades e combinações entre eles que a quantidade de alternativas acabe sendo incontrolavelmente expressiva. O segundo é de que, em procedimentos *bottom-up*, as ramificações vão ocorrendo gradativamente. As situações são

⁹⁹ Beck, P.W., Corporate Planning for an Uncertain Future, Long Range Planning, v.15, n.4, 1982, pg.12-21.

¹⁰⁰ Schnaars, S.P., 1987, op.cit.

¹⁰¹ Linneman, R.E. & Klein, H., The Use of Multiple Scenarios by US Industrial Companies, Long Range Planning, 12, Feb/1979, pg.83-90, e Linneman, R.E. & Klein, H., The Use of Scenarios in Corporate Planning - Eight Case Histories, Long Range Planning, 14, 1981, pg.69-77.

representadas por distribuições cuja densidade de probabilidades cobre todo o domínio de ocorrências obrigando que qualquer tratamento de dados ocorra sempre por intervalos. As interrelações vão então se desenvolvendo de maneira tal que, ao final do processo, os cenários simplesmente afloram, limitando a intervenção do analista sobre a quantidade de alternativas.

A partir da etapa (7), a metodologia inicia a construção dos cenários com base no dimensionamento por intervalos de probabilidade, resultando ao final em distribuições para as variáveis de decisão. O corte e separação dos conjuntos de resultados criam os metacenários, cuja quantidade estará sempre vinculada aos aspectos mencionados anteriormente, ou seja, grau de incerteza, importância das alternativas isoladas e estados possíveis dos fatores-chave que se pretende considerar. Contrariando as recomendações de Beck e Schnaars, o número de cenários será aquele julgado mais apropriado para o problema analisado, de tal modo que a diversidade de situações possa favorecer ao planejamento contingenciado.

9. Batizar os cenários e elaborar narrativas

Os futuros alternativos são sempre intitulados segundo algum critério. Esta prática torna o conjunto mais coerente e confere ao analista uma escala para a classificação. É possível enumerar algumas situações que definem o modo como os cenários são rotulados¹⁰²:

- a) conveniência do decisor: classifica os cenários em alternativas *otimista*, *pessimista* e *referencial*. O último se refere a manutenção do *status quo*, desconsiderando os imprevistos;
- b) probabilidade de ocorrência: define as alternativas em função das chances de ocorrência, sendo uma delas sempre a *mais provável*. As demais são explicitadas em função do binômio chance-impacto;
- c) situação dominante: ocorre quando há algum fator central a ser considerado. Pode ser a economia, ou política governamental, dentre

¹⁰² Schnaars, S.P., 1987, op.cit.

vários. Neste caso, as alternativas são classificadas segundo os resultados plausíveis para esta situação;

d) temáticos: na maioria das aplicações ocorrem efeitos de interação, complementariedade e substituição entre os fatores-chave, de tal modo que acabam se configurando uma variedade de estados futuros. É possível intitular os cenários de tal maneira que seja possível exprimir tais fenômenos, cada qual enfatizando um aspecto diferente. Vanston et alli¹⁰³ delineou três cenários intitulados "expansão econômica", "preocupação ambiental" e "dominação tecnológica". Mitchell et alli¹⁰⁴ definiram cinco alternativas, entre as quais "oportunidade, desenvolvimento e crescimento com mínimas dificuldades" e "tempos difíceis - ferrovias em declínio".

As narrativas complementam cada futuro alternativo com uma descrição sucinta sobre os impactos previstos, com o objetivo principal de esclarecer e assim evitar erros de interpretação ou mau julgamento.

Segundo a tipologia proposta, a metodologia apresenta as seguintes classificações:

técnica primária	estrutura causal
estruturação	exploratória
elementos	eventos e tendências
probabilidade	consistente
tempo	multiperíodo

A metodologia apresentada, a qual propõe um critério objetivo para auxiliar na associação entre técnicas quantitativas e subjetivas para a solução dos problemas

¹⁰³ Vanston Jr, J.H., Frisbie, W.P., Lopreato, S.C. e Poston Jr, D.L., 1977, op.cit.
¹⁰⁴ Mitchell, R.B., Tydeman, J., Curnow, R., 1977, op.cit.

de dimensionamento de mercado, apresenta algumas particularidades que merecem ser mencionadas.

A primeira delas, e em termos práticos talvez a mais importante, é de que tal procedimento não limita a solução de problemas unicamente à disponibilidade de informações secundárias. Neste caso, basta o analista utilizar eficientemente o conhecimento e intuição dos especialistas por meio de medições apropriadas e incorporar os valores a um tratamento quantitativo. Os mecanismos de consistência interna do modelo e de avaliação das estimativas em um ambiente de comparações se encarregam de eliminar posições absurdas, sem contudo desmotivar o antagonismo e as opiniões inovadoras.

A segunda se evidencia no envolvimento dos especialistas, o qual legitima os resultados, cria a sensação de parceria e funciona como um mecanismo de divulgação dos resultados intermediários e finais. O procedimento é flexível para acomodar todas as opiniões, isto por um motivo bastante simples, qualquer resposta sempre estará contida dentro de uma distribuição de frequências, a qual em última análise não é nada mais que uma curva de divergências.

A terceira demonstra que, ao contrário da grande maioria das técnicas para elaboração de cenários investigadas no capítulo 3, não descarta os modelos quantitativos. A grande vantagem desses métodos é o tratamento explícito e robusto que eles conferem ao sistema. A quantidade e importância das informações que deles derivam é considerável, a exemplo dos coeficientes de elasticidade, graus de dependência e níveis de confiança. A representação analítica possibilita uma visão integrada dos níveis de interação que as variáveis exercem entre si, além de convalidar o diagrama de influência. As projeções são obtidas naturalmente, pela aplicação da estrutura de parâmetros aos estados possíveis das variáveis exógenas. E talvez o ponto mais favorável é a disponibilidade do *software* na grande maioria dos pacotes estatísticos para

computadores atualmente no mercado, o que virtualmente elimina o trabalho e risco de se elaborar algoritmos para a resolução quantitativa de sistemas.

A quarta resulta da interação notável decorrente da associação entre as projeções obtidas pelos modelos quantitativos e as distribuições de probabilidade determinadas subjetivamente. Os resultados passam a apresentar os mais diferentes graus de assimetria, desvinculados do conceito de normalidade presente nas técnicas de regressão, sem que com isto venham a violar os pressupostos básicos dos mínimos quadrados. Isto é possível pela associação das réguas de probabilidade *a posteriori* sobre as projeções das equações simultâneas. O poder de informação em uma situação assimétrica é expressivo, pois denota que embora se quantifique o determinismo histórico de uma série, ocorrem expectativas que evidenciam chances ainda maiores para classes de valores localizados em outros domínios.

A quinta enfatiza a importância em se tratar a morfologia do problema. É efetiva a contribuição para o entendimento do fenômeno quando o enfocamos de modo sistêmico. O diagrama de influências resultante do procedimento de modelagem estrutural clarifica a compreensão sobre as conexões relevantes de causa e efeito, facilita a estimativa sobre as variáveis exógenas, fornece as bases para a consistência interna no tratamento quantitativo e estimula a convivência com pressupostos, restrições e simplificações, fazendo com que o analista adquira o controle das interações durante a seleção e validação e perceba a contribuição de cada uma delas para o produto final.

A sexta e última decorre da circunstância auto-documentável que a metodologia proporciona. Ao cumprir progressivamente as várias etapas, colhendo informações, justificativas e estabelecendo pressupostos, o analista se obriga a criar tabelas, tabular dados e registrar todos os procedimentos. Ao final do trabalho de dimensionamento, a documentação resultante deve conter uma valiosa memória de cálculo. Com alguma atividade sistemática de organização,

são criados os capítulos e separados os anexos. O resultado final é um manual de referência técnica, de fácil consulta e disponível para futuras críticas e modificações.

CAPÍTULO 5 : DIMENSIONAMENTO DO MERCADO DE ELETRICIDADE

Para se realizar o estudo de caso, como forma de validação da metodologia proposta, foi escolhida a indústria de energia elétrica. Tal segmento possui como principal característica a de prestar um serviço essencial à sociedade. Além disto, no momento em que a tese estava sendo elaborada, o setor elétrico passava por uma fase de reestruturação nos critérios de expansão e operação a nível nacional, se orientando para um critério com maior participação do capital privado e estimulador da competitividade.

O principal motivo da escolha, entretanto, foi pela facilidade de acesso às informações específicas neste setor e por possuir algum trânsito e contato com profissionais no assunto. Outro fator que influenciou muito na decisão foi o suporte dado pelas empresas Eletrobrás e Companhia Paranaense de Energia.

Quando se pretende dimensionar o mercado de energia elétrica, é necessário que se considerem algumas peculiaridades quanto as atividades de geração, distribuição, produto e mercado, as quais fazem com que o processo de planejamento e estratégia mercadológica assuma uma dimensão um pouco distinta de outros tipos de indústria.

5.1. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E PREVISÃO

A energia elétrica é obtida a partir da transformação de outras formas de energia, sendo as usinas hidrelétricas e termoelétricas os dois principais tipos de fontes geradoras. A exemplo da maioria dos produtos essenciais, a energia elétrica deve atender a algumas exigências mínimas: (i) garantia no atendimento: possibilitando assim que futuros acréscimos de demanda decorrentes da expansão econômica não venham a sofrer restrições de oferta; (ii) regularidade: entendida como um padrão estabelecido de continuidade no fornecimento, condicionado ao risco de déficit do sistema, (iii) confiabilidade: respeito aos limites de regulação da frequência e tensão.

Um sistema de energia elétrica pode ser dividido em geração, transporte e distribuição. A geração corresponde às fontes de produção da energia elétrica, resultantes principalmente da conversão do potencial hidráulico dos reservatórios e quedas d'água, e da transformação da energia cinética dos gases pela combustão térmica; e em segundo plano, de fontes alternativas como a energia solar, geotérmica, força dos ventos, marés e reações eletrolíticas. O transporte compreende a interconexão (linhas de transmissão a partir da geração e subtransmissão entre centros de carga), e as subestações de transformação da tensão. No caso brasileiro, o transporte ocorre ao longo da interconexão entre os sistemas regionais formada por dois grandes troncos, um na região Sul-Sudeste-Centro Oeste, e outro na Norte-Nordeste. A distribuição é o último elo do sistema, atendendo aos centros de carga compostos pelas unidades industriais, estabelecimentos rurais e complexo urbano.

SEGMENTAÇÃO DO MERCADO

Os clientes são segmentados em função da atividade econômica e/ou do nível de tensão de recebimento.

No primeiro caso, as classes de consumo são divididas em:

- distribuição direta ou consumidores finais:
 - residencial: unidades domésticas urbanas e suburbanas;
 - rural: domicílios isolados, vilas, cooperativas, unidades de produção;
 - industrial: unidades de produção extrativa, transformação e construção civil;
 - comercial: estabelecimentos comerciais e de serviços;
 - serviços públicos: água e esgotos, telecomunicações, transportes, dentre outros;
 - poderes públicos: repartições em geral;
 - próprio: usinas e instalações da concessionária;
- fornecimento à distribuidoras:

as concessionárias estaduais transmitem energia elétrica diretamente às empresas distribuidoras que atendem regiões específicas e municípios isolados, e às cidades fronteiriças exploradas por outras concessionárias;

- suprimento do excedente da energia firme¹⁰⁵:

as geradoras fornecem ao sistema interligado a energia firme excedente àquela requerida pelo seu mercado, por meio de contratos de suprimento firmados com a unidade gestora do sistema, neste caso as subsidiárias da Eletrobrás, na forma de energia em grosso;

- suprimento da energia secundária¹⁰⁶:

o sistema interligado absorve ainda a energia resultante de situações não planejadas, decorrente das condições favoráveis de hidraulicidade, que fazem com que a energia disponível nas unidades geradoras seja superior à firme;

No segundo caso, os níveis de tensão são divididos em:

extra-alta: igual ou superior a 500 kV;

alta: de 69 kV a 500 kV, exclusive;

média: de 2,3 kV a 69 kV, exclusive;

baixa: abaixo de 2,3 kV.

PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO

A expansão hidrotérmica ocorre pela adição de novas usinas geradoras ao sistema elétrico, consideradas suas características técnicas e econômicas. No caso das termelétricas, é estabelecido um nível de confiabilidade para o atendimento da demanda máxima prevista, bem como uma folga de segurança na capacidade de geração, denominada reserva de potência. As hidrelétricas são

¹⁰⁵ A energia firme de um sistema gerador é o maior valor possível de energia capaz de ser produzido continuamente pelo sistema, com as mesmas características de mercado, sem a ocorrência de déficits, no caso de repetição das afluições do registro histórico. No caso de uma usina específica, esta é definida pela contribuição para o sistema, ou seja, pelo valor médio que a usina é capaz de gerar ao longo do período crítico do sistema.

¹⁰⁶ A energia secundária de um sistema ou usina é o excesso de energia, em relação à energia firme, possível de ser produzido nas sequências hidrológicas favoráveis. É usualmente calculada como a diferença entre a geração média em todo o histórico de longo prazo das vazões e a energia firme.

planejadas com base no atendimento ao mercado de energia projetado no longo prazo. Os fatores considerados são a capacidade de geração e a garantia de suprimento de energia¹⁰⁷, a qual depende das afluições aleatórias no reservatório. O problema da incerteza hidrológica é tratado por meio da análise histórica das vazões, considerados o período de recorrência das secas e cheias e suas distribuições de probabilidades.

O planejamento da expansão é realizado pelo GCPS - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos, nos horizontes de médio e longo prazo, a partir de projeções elaboradas para os próximos 30 anos, com periodicidade de 5 anos. A nível de opções energéticas, são desenvolvidos modelos de previsão globais com o apoio de cenários alternativos, considerados os efeitos de avanços tecnológicos e impactos nos custos de geração e transmissão. O procedimento adotado para o caso brasileiro é o DESELP, desenvolvido pelo Comitê de Integração Elétrica Regional - CIER. Este subdivide o país em regiões elétricas, ou nós, a cada qual correspondendo um mercado de energia e de ponta, os custos de investimento, operação e manutenção, e de combustível quando for o caso. São conhecidas ainda as interligações entre os nós, na realidade os grandes troncos de transmissão, e as informações físicas e financeiras das possíveis ampliações. Por meio de um procedimento de otimização, o modelo de decisão dos investimentos determina as alocações ótimas e as capacidades de interligação para os nós em diferentes intervalos de tempo com base no atendimento do mercado projetado a um custo mínimo.

A entrada das unidades geradoras no sistema é definida nos estudos de médio prazo para horizontes de 10 a 15 anos, onde: (i) as usinas são inicialmente ordenadas crescentemente segundo o custo/benefício; (ii) é definida uma alternativa de expansão, restrita aos custos crescentes, em que os sub-sistemas regionais e as interligações são ajustados para atender aos mercados previstos;

¹⁰⁷ O cálculo da energia garantida depende da estratégia de operação hidrotérmica e da simulação de operação do sistema com séries sintéticas de afluições nos reservatórios. Após um procedimento iterativo envolvendo o requisito de energia e o risco de déficit, chega-se ao resultado final do requisito ajustado pela garantia do sistema.

(iii) as alternativas são simuladas na operação, consistindo o atendimento ao mercado com a garantia de suprimento da energia e potência; (iv) repete-se o passo “ii”, atrasando-se ou antecipando-se as datas de entrada de usinas, até que o mercado seja atendido dentro dos níveis de garantia previamente fixados.

Em ambos os casos, térmico ou hidráulico, ocorre a possibilidade do déficit no atendimento devido ao acontecimento de causas imprevistas. Dentre estas causas muitas situações estão fora de controle, como as alterações climáticas que impactam no regime hidrológico, entretanto, o maior risco de escassez está na previsão de mercado que provoque o subdimensionamento da carga do sistema. A depender do tamanho deste erro, as folgas na reserva de potência e flexibilidade decorrente do critério conservador na fixação da energia garantida, não são suficientes para conter o desequilíbrio entre oferta e demanda, aumentando o risco de déficit e ocasionando ações de racionamento.

PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

A operação do sistema estabelece um procedimento ótimo de geração para as usinas, de tal modo que os custos sejam minimizados no período de planejamento. Estes custos incluem as compras de energia de outros sistemas, os combustíveis, e o custo do não-atendimento da carga, o qual possui uma fração subjetiva.

O planejamento da operação do sistema brasileiro é conduzido pelo Grupo Coordenador para Operação Interligada - GCOI, colegiado que administra a operação do sistema interligado.

Este define os planos de operação para o sistema cujos horizontes de previsão são o plurianual de 5 anos, anual e mensal, com base no comportamento do modelo quando sujeito a modificações introduzidas nas informações básica, constituídas pela previsão de carga do sistema, dos programas de manutenção e dos estudos hidrológicos sobre o uso múltiplo dos reservatórios (navegação, saneamento, irrigação, atividades portuárias).

O planejamento plurianual visa principalmente: (i) determinar os contratos de suprimento para o primeiro ano entre as concessionárias do sistema; (ii) avaliar o risco de déficit; (iii) calcular a geração térmica e custos associados; (iv) analisar os níveis dos reservatórios; (v) simular o impacto na operação decorrente de mudanças no plano de obras; (vi) coordenar as manutenções preventivas; (vii) programar o controle de cheias e uso múltiplo dos reservatórios.

No caso do horizonte anual, o maior desmembramento da carga do sistema permite a simulação detalhada da operação, a identificação dos problemas isolados e restrições operativas a nível de reservatório, e a avaliação do nível de segurança e controle da tensão da rede.

No caso mensal, as previsões de carga são desagregadas em valores médios e máximos por semana, que junto com as afluências projetadas e os programas de manutenção resultam no detalhamento semanal das condições operativas por usina, restritas ao balanço hídrico e limites operativos no caso das hidrelétricas, e as taxas de redução de carga para as termelétricas. Ocorre ainda as revisões dos contratos de suprimento entre empresas, a contabilização do balanço de intercâmbio elétrico no sistema interligado e a estimativa do consumo de combustíveis das térmicas.

PLANEJAMENTO TARIFÁRIO

Conforme determina a legislação do setor elétrico, o nível da tarifa é determinado pelo custo, o qual estabelece que as tarifas aplicadas sobre o mercado de fornecimento devem ser suficientes para cobrir os encargos da prestação de serviços e possibilitar ainda uma remuneração adequada aos investimentos das concessionárias. Regulada pelo DNAEE, se baseia na utilização combinada dos três critérios que seguem :

- i. custo do serviço: decomposto em três partes: custo da potência, da energia e dos consumidores. A primeira parcela, relacionada com a carga máxima solicitada ao sistema, destina-se a cobrir as despesas diretamente ligadas ao custo do investimento, tais como a remuneração, reservas de

depreciação e amortização. A segunda considera as despesas variáveis ou de exploração, compreendendo a geração, transmissão, distribuição e administrativas. A terceira está vinculada diretamente ao tamanho do mercado, e envolve a elaboração das contas, cobrança, atendimento, e outros serviços;

- ii. **tarifação binômia:** o custo total do serviço é separado nas componentes fixa e variável. Na primeira estão os encargos originários dos investimentos realizados na instalação da capacidade geradora amortizados através de uma tarifa de demanda¹⁰⁸; a segunda decorrente da utilização desta capacidade é cobrada por meio de uma tarifa de consumo, cuja resultante financeira é proporcional à quantidade utilizada;
- iii. **custos marginais:** a idéia básica está em cobrar dos consumidores os custos adicionais decorrentes do aumento de consumo. O ponto ótimo de operação ocorre quando o custo marginal de longo prazo, que contempla investimentos decorrentes da adição na capacidade instalada, se iguala ao de curto prazo, que reflete a operação do sistema. Como os futuros aproveitamentos tendem a se tornar mais caros, o preço da energia elétrica deve acompanhar esta elevação por estar referido a uma situação incremental, desconsiderando assim qualquer influência dos indicadores passados.

A solicitação que cada tipo de consumidor realiza sobre o sistema é considerada na tarifação, por meio de um procedimento denominado caracterização da carga. Neste caso, as curvas horárias de utilização da

¹⁰⁸ A demanda no sentido elétrico possui uma conotação específica. Enquanto na economia, segundo Wykstra, R.A., *Introductory Economics*, Harper & Row, 1980, pg.317, esta significa "a relação entre as quantidades de um produto e os diferentes preços na qual os consumidores estão interessados e em condições de comprar em determinado momento", na eletricidade está associada às potências instantâneas consumidas ao longo do tempo, podendo ser integralizada em pequenos intervalos de tempo. As grandezas mais comuns na curva de potências são as demandas máxima e mínima instantâneas, e a demanda média horária (consumo em MWh dividido pelo número de horas).

carga influenciam o nível da tarifação, numa relação direta à incidência em que um consumidor típico utiliza energia no intervalo da ponta¹⁰⁹.

Os estudos de mercado contidos no PLANTE são utilizados na projeção das receitas futuras de acordo com sua estrutura de mercado de cada empresa e dos níveis tarifários simulados. A avaliação da receita obtida é feita com base na condição de equilíbrio financeiro, que atendido no seu limite resulta na matriz tarifária mínima. Definidas as propostas tarifárias de energia elétrica registrado no PLANTE Econômico-Financeiro, as empresas consultam ao DNAEE, órgão fiscalizador e regulamentador das concessões, sobre a homologação dos novos níveis de preços.

Objetivando racionalizar o uso do sistema elétrico, a partir de 1992 a estrutura tarifária passou a ser fixada com base nos custos marginais do sistema, sendo as tarifas diferenciadas pelo período do ano - seco de maio a novembro e úmido de dezembro a abril, e horário de utilização - dentro e fora da ponta, este procedimento objetivou deslocar o consumo da ponta do sistema, mais oneroso, para período de menor utilização, possibilitando assim atender um contingente maior de consumidores com o mesmo sistema existente.

Após a Lei 8631 as concessionárias passaram a ter autonomia na fixação daquelas propostas que julgassem compatíveis com as suas necessidades, entretanto, após a implantação do Plano Real e no contexto do plano de estabilização, o Ministério da Fazenda passou a regular em caráter temporário o processo de revisão tarifária.

PLANEJAMENTO FINANCEIRO

Trata da busca do equilíbrio entre as origens e aplicações de recursos por meio da projeção dos estados econômico-financeiros futuros. Assim é possível avaliar custo, orçamento e estrutura de capital, dimensionar os riscos, decidir sobre

¹⁰⁹ O horário da ponta é formado por três horas consecutivas entre 17 e 22 horas de cada dia útil, centrado na hora de maior consumo no sistema. Fora da ponta são as 21 horas restantes e a totalidade dos sábados, domingos e feriados.

formas de captação e aplicação, analisar e viabilizar fundos para futuros investimentos.

A utilização das previsões de mercado é um pré-requisito básico para o desenvolvimento dos estudos financeiros, os quais apresentarão bons resultados na medida em que estas estimativas sejam razoavelmente confiáveis. Quando acontece uma superavaliação do mercado, tornam-se exageradamente otimistas as receitas, capital de giro e geração interna de recursos livres para investimento. O desequilíbrio resultante das vendas abaixo do esperado acarreta na captação não-planejada, em geral mais onerosa e menos atraente em termos de estrutura de capital. A situação análoga também é problemática, causadora de um excedente de fundos que, por não terem sido previstos com antecedência, devem ser aplicados em investimentos com menor rentabilidade ou que não se enquadram necessariamente, no curto prazo, entre aqueles na ordem de preferência da instituição.

O planejamento financeiro envolve a interação com as unidades internas gestoras do orçamento de custeio e investimentos, com o objetivo de identificar as necessidades financeiras das atividades e projetos, e a compatibilização com as fontes de recursos pela receita direta, revisada sempre que ocorrem novas previsões para o mercado, e captação externa.

O horizonte de planejamento é de 1 ano firme para fins orçamentários e de gestão do capital de giro, 3 anos para investimentos de curto prazo e 10 anos para os de longo prazo.

O PROCEDIMENTO DOS ESTUDOS DE MERCADO

A maneira como o setor elétrico atua para realizar as previsões regionais de mercado está na descentralização da ação executiva das previsões de mercado, cabendo a cada concessionária a responsabilidade por executar seus próprios estudos e na decisão colegiada das estimativas consolidadas. Para evitar premissas contraditórias, a Eletrobrás envia a todas as empresas algumas

previsões de longo prazo dos agregados, como o PIB nacional, a população regional e algumas análises setoriais para certos segmentos industriais.

Subordinados ao GCPS estão o Comitê Misto de Análise de Mercado - COMAM, um colegiado coordenado pela Eletrobrás onde participam as áreas de mercado das concessionárias dos sistemas interligados e isolados, cuja atribuição está em definir os critérios metodológicos básicos e horizontes de previsão do consumo e demanda de energia, bem como viabilizar um forum entre seus participantes para a apresentação e discussão das previsões.

O ciclo de previsão tem início em maio-junho do ano base, quando as concessionárias realizam os estudos orientados pela Metodologia 760 da Eletrobrás. Esta estabelece que as estimativas devem ser realizadas segundo as classes de uso da eletricidade - residencial, comercial, industrial, rural, serviços públicos, poderes públicos, iluminação pública, próprio, e níveis de tensão em kV - Baixa, 13.8, 34.5, 64, 138, 230, subterrâneo, para o ano base e dez anos subsequentes.

Os resultados são enviados pelas concessionárias à COMAM até meados de julho, quando passam a ser analisados pelos comitês técnicos, a exemplo do CTEM - de Estudos de Mercado, CTEE - de Estatísticas do Setor Elétrico, dentre outros. O mercado estimado das concessionárias e consolidado do sistema interligado para os dez anos seguintes é revisado e divulgado até setembro.

5.2. PESQUISA SOBRE O ESTADO ATUAL DAS PREVISÕES

As perguntas a serem feitas neste instante são: *A metodologia proposta representa uma real contribuição ao dimensionamento de mercado no setor elétrico? Já não existem técnicas semelhantes sendo utilizadas, e neste caso estaríamos reinventando a roda? Caso seja uma inovação, tal técnica é prática e pode ser utilizada pelas concessionárias? Estas possuem meios para isto?*

As empresas utilizam as mais diferentes metodologias e fontes de informações para o trabalho de análise e previsão do mercado. Para possibilitar a identificação

destes critérios e buscar resposta para as perguntas acima, foi conduzida uma pesquisa junto às concessionárias do setor elétrico por meio do envio de um questionário via mala-direta¹¹⁰, com o intuito de investigar os seguintes aspectos:

1. tamanho das empresas: definido pelas estatísticas de 1994 que identificam a dimensão do mercado (fornecimento, suprimento e perdas) e a disponibilidade de energia gerada ou comprada;
2. nível de desagregação pela fonte de energia: quando as estimativas são obtidas para os requisitos globais de energia (geralmente medido em toneladas equivalentes de petróleo) sendo a seguir detalhadas segundo as diferentes formas alternativas, entre as quais a eletricidade;
3. nível de desagregação pela região geográfica: em situações onde a extensão da área inicialmente analisada é relativamente maior e contém os locais de interesse da concessionária. É comum ocorrer uma maior disponibilidade e facilidade na coleta das informações no nível macroregional;
4. horizonte de previsão: os intervalos de tempo usualmente considerados para fins de projeção do mercado;
5. metodologias consideradas na previsão do mercado segundo a frequência de utilização;
6. envolvimento do quadro de pessoal próprio, áreas internas e externas, instituições de ensino e consultoria externa;
7. alternativas para a captação de informações segundo a intensidade de uso;
8. as modalidades de informações quanto a qualidade e disponibilidade;
9. variáveis normalmente consideradas nos trabalhos de previsão segundo o grau de utilização.

Os questionários foram enviados por fax-símile às 45 empresas concessionárias de energia elétrica dos sistemas interligados Sul-Sudeste-Centro Oeste e Norte-Nordeste participantes do CTEM. Dentre estas, as quatro empresas federais subsidiárias do sistema Eletrobrás e responsáveis pela geração e transmissão de

¹¹⁰ O modelo da correspondência, questionário e relação de empresas que receberam a mala-direta fazem parte dos anexos 01 e 02.

grandes blocos de energia: Eletrosul na região sul, Furnas no centro-oeste, CHESF no nordeste e Eletronorte na região norte. Receberam ainda as 29 empresas estaduais e a privatizada Escelsa. Em anexo aos questionários foi enviada uma correspondência na qual se esclareciam os objetivos da pesquisa, a concordância por parte da Eletrobrás, órgão coordenador da COMAM e CTEM, quanto a finalidade e conteúdo, além da data limite e endereço para envio das respostas. Houve uma segunda remessa destinada àquelas empresas que não responderam no prazo, composta por uma cópia do questionário e nova correspondência reiterando a importância da participação e estabelecendo a última data para retorno. Foram feitos ainda alguns contatos telefônicos para corrigir falhas de interpretação e reforçar o preenchimento das questões. A taxa de resposta final pode ser considerada excelente. As cinco empresas federais responderam. Entre as estaduais houveram 25 respostas das 29 possíveis, tendo se ausentado duas empresas do nordeste, duas da região sudeste e uma do norte. Com isto, praticamente 100% do potencial gerador e mais de 95% do fornecedor estão representados na pesquisa. Entre as empresas privadas, as quais atendem mercados significativamente menores, esteve ausente a empresa responsável pelo atendimento ao estado de Tocantins, entretanto, a importante Cataguazes Leopoldina respondeu ao questionário e melhorou a representação deste segmento.

Quanto ao mercado, as concessionárias que participaram da investigação possuem as mais diferentes características. Estas variam na dimensão e estrutura do mercado, área geográfica na qual possuem concessão e grau de verticalização.

TAMANHO DA EMPRESA

Na dimensão do fornecimento, a Eletropaulo, Cemig, Light, CPFL, CEEE e Copel respondem no conjunto por 70% do mercado pesquisado, enquanto no outro extremo, um número significativo de empresas atendem pequenas cargas, entre as quais se destacam por ordem ascendente a Energisa, Roraima, CFL Oeste do

Pr, Acre, Amapá e a Eletrosul. Todas as grandes empresas apresentam uma estrutura de mercado bastante diversificada, com as particularidades da predominância para a concentração de carga em grandes centros atendidos pela Eletropaulo e Light, e plantas industriais eletro-intensivas atendidas pela Cemig. As maiores supridoras de energia em grosso, vendida diretamente às distribuidoras ou ao sistema interligado, são Furnas, que contabiliza as compras da UH de Itaipu, CESP, CHESF, Eletronorte e Eletrosul. Com exceção da segunda, as demais são empresas federais, subsidiárias do sistema Eletrobrás. Quanto as perdas, Furnas, Eletropaulo, Light, Cemig, CESP e CHESF, pela ordem são as mais afetadas. A explicação para a primeira e a última está nos sistemas de transmissão a longa distância de Itaipú e Tucuruí respectivamente. A segunda e terceira apresentam perdas de natureza técnica, por roubo ou diferenças de faturamento na grande concentração da malha de distribuição que atendem.

As maiores geradoras na pesquisa são CESP, CHESF, Furnas e Cemig, estando ausente a Itaipu Binacional. A primeira e a última são concessionárias estaduais verticalizadas, ou seja, como grandes geradoras possuem ainda um grande mercado para fornecimento de energia.

Furnas, Eletropaulo, CESP, Light e CPFL são as empresas que compram a maior quantidade de energia em grosso, cuja supridora mais importante é a Itaipu Binacional. Como característica principal, todas se concentram nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os maiores centros de consumo do país.

NÍVEL DE DESAGREGAÇÃO PELA FONTE DE ENERGIA

A previsão global de energia e o posterior detalhamento segundo as diferentes formas de energia não é uma prática comum entre as empresas pesquisadas. Entre estas, apenas oito concessionárias, correspondendo a pouco mais de 25% das respondentes, costuma primeiramente prever o requisito total de energia. No caso da CESP e Eletrosul, a metodologia dos coeficientes estruturais MEDEE e MEDEE-2 utilizada pelas empresas trata a energia de forma global, já a

Eletronorte desenvolveu estudos sobre outras formas de energia em seus cenários energéticos para a região norte, tendo enfatizado soluções alternativas para a Amazônia, as quais entretanto não redundaram em previsões. Houveram algumas constatações interessantes, a exemplo das concessionárias de Roraima e Rondônia, que apesar de possuírem uma estrutura relativamente pequena para realizar estudos de mercado, também avaliam a demanda global por diferentes fontes de energia.

NÍVEL DE DESAGREGAÇÃO PELA REGIÃO GEOGRÁFICA

O estudo de extensas áreas geográficas, para a posterior subdivisão em regiões menores, não se constitui numa metodologia usual entre as empresas do setor elétrico. Apenas cinco ou 16% das pesquisadas extrapolam as áreas de concessão, entre as quais Furnas e Eletronorte compreensivamente realizam estudos a nível de grandes regiões por serem supridoras de energia para sistemas de distribuição de várias áreas de concessão. As demais são CESP, CEMAT e Roraima.

HORIZONTE DE PREVISÃO

Quanto aos horizontes de previsão, a grande parcela das empresas realiza estudos com horizonte de dez anos, coincidindo assim com o período estabelecido para a apresentação do PLANTE/Mercado, revisado anualmente, e utilizado como linha mestra pelo setor elétrico para os programas de planejamento. Um número expressivo realiza ainda estudos específicos para horizontes de 1 ano (curto prazo) e cinco anos (médio prazo). É muito provável que o detalhamento em prazos menores tenha por objetivo atender as necessidades de planos corporativos e de investimentos.

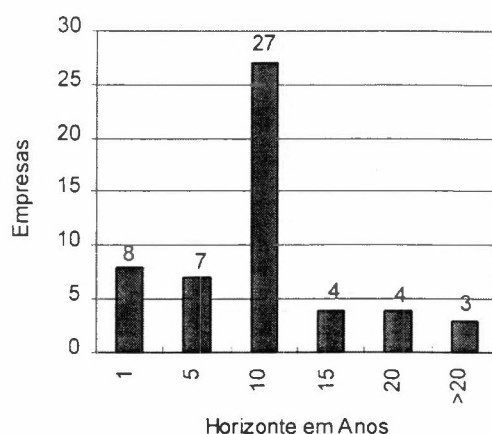


Gráfico 1 : Horizontes de Previsão no Setor Elétrico

No caso do longo prazo acima de vinte anos, apenas os cenários da Eletronorte e CESP, bem como estudos realizados pela Coelba, são as metodologias que se arriscam a antecipar algumas tendências de mercado. No caso das duas primeiras, por desenvolverem ainda a análise global para as fontes alternativas de energia, tornaram disponível à sociedade um material de valor inquestionável para o planejamento econômico e social não apenas das regiões norte e sudeste, mas do país como um todo.

METODOLOGIAS EMPREGADAS

A questão seguinte investiga os métodos que as empresas do setor elétrico utilizam para prever seu mercado. Estes foram separados em quatro grupos divididos em técnicas de séries temporais, causais, qualitativas e de coeficientes estruturais. Foi previsto ainda a classificação “Outros” para as situações em que o respondente não consegue identificar o método em nenhum daqueles mencionados. Os três primeiros apresentam ainda sub-divisões feitas com o objetivo de verificar a que nível de dificuldade¹¹¹ as técnicas foram adotadas.

¹¹¹ O nível de dificuldade foi definido com base na classificação das metodologias apresentada no primeiro capítulo deste trabalho.

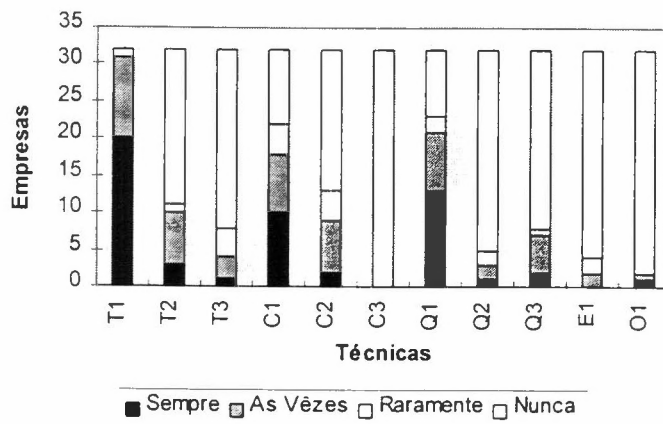


Gráfico 2 : Métodos para a Previsão de Mercado

Legenda das Técnicas

- T1 - Séries Temporais I : extrapolação por tendências, taxas de crescimento, médias móveis
- T2 - Séries Temporais II: amortecimento exponencial, métodos de decomposição, média móvel centrada, Holt-Winters
- T3 - Séries Temporais III: filtragem adaptativa, bayesianos, autoregressivos, Box & Jenkins
- C1 - Causais I : regressão a uma variável, lineares e não lineares
- C2 - Causais II : regressão múltipla, variáveis defasadas
- C3 - Causais III : equações simultâneas, input-output, KLEM
- Q1 - Qualitativos I : Delphi, analogia histórica, indicadores principais, indicadores emparelhados, cenários descritivos
- Q2 - Qualitativos II : probabilidades subjetivas, árvores de decisão, curvas S, análise morfológica, árvores de relevância
- Q3 - Qualitativos III : impactos cruzados, QSIM, KSIM, modelagem causal, cenários quantitativos, simulação
- E1 - Coeficientes Estruturais : MEDEE, MEDEE-2, WASP, MAED
- O1 - Outros: Forecast Master Plus pela Light e Técnicas Qualitativas pelo Amapá

Os resultados desta questão demonstram que, no contexto geral, as empresas não adotam métodos muito sofisticados, complexos ou de alto custo nos estudos de mercado. As frequências "sempre" e "as vezes" predominam no primeiro sub-grupo de séries temporais composto pela extrapolação de tendências, taxas de crescimento e médias móveis, bem como no primeiro sub-grupo de técnicas causais, que prevê as regressões simples a uma variável e métodos não-lineares por anamorfose. Em ambos os casos, estas são as técnicas mais simples e menos onerosas para se realizar previsões de demanda. São inúmeros os pacotes estatísticos e planilhas eletrônicas que oferecem tais métodos para tratamento dos dados. Ademais, o fato de não requisitarem investimentos substanciais em treinamento, bem como possibilitarem o uso de uma linguagem única na troca de informações e experiências entre os analistas de mercado,

parecem ser as explicações mais convincentes que levam as áreas a optar por tais métodos.

Surge ainda uma forte concentração no primeiro grupo das técnicas qualitativas, no caso do procedimento Delphi, a explicação está na extrema simplicidade do seu uso, já os cenários qualitativos além de serem simples apresentam informações descritivas que complementam as previsões, funcionando ainda como balizadores para os pressupostos exógenos estabelecidos nos modelos. Em ambos os casos, ocorreu ainda um esforço importante da Eletrobrás, através dos diversos comitês, para fixar o entendimento e operacionalização de tais técnicas entre as concessionárias do setor elétrico.

Em outra ordem de preferência estão o segundo sub-grupo das séries temporais e dos métodos causais, e o terceiro sub-grupo qualitativo. As técnicas temporais neste caso são principalmente de isolamento das componentes tendencial, sazonal e cíclica, e não requisitam informações adicionais além das séries históricas do mercado de energia elétrica, razão pela qual são utilizadas. No caso dos modelos causais, a razão desta escolha está diretamente vinculada ao uso da regressão múltipla como instrumento para realizar previsões e na facilidade de ser encontrada em *softwares* para computadores. Por último, a modelagem causal e cenários quantitativos são os principais motivos que explicam a pequena frequência deste sub-grupo, técnicas exploradas principalmente por Furnas, Eletronorte e Eletrosul.

A experiência com modelos de coeficientes estruturais tipo MEDEE e MEDEE-2 foi pouco absorvida pelas áreas de mercado do setor, restringindo-se aos resultados obtidos pela CESP, que introduziu o modelo no Brasil a partir do início da década de 80, e algumas tentativas feitas pela Eletrosul.

Quanto as demais técnicas, pouco se utilizou delas para fins de previsão. Os bayesianos, Box & Jenkins e matrizes insumo-produto foram testadas por Furnas nos anos 80, sem entretanto terem se firmado como técnicas regularmente utilizadas.

ENVOLVIMENTO DO PESSOAL

A pergunta seguinte avalia a força de trabalho e o envolvimento das áreas de mercado com outras unidades da empresa e com instituições externas. A conclusão que se chega quanto a este atributo é de que a equipe regularmente envolvida no trabalho de análise de mercado é composta no máximo de três técnicos, embora aquelas empresas que fornecem a grandes mercados, a exemplo das paulistas e Copel, Celesc, Coelba, Celpe, dentre outras, possuem equipes maiores. Os componentes deste grupo normalmente possuem a responsabilidade de administrar séries históricas do consumo de eletricidade para as diferentes classes e níveis de tensão, coletar informações secundárias de natureza econômica e social a nível nacional e regional, consultar e organizar dados dos grandes consumidores industriais e comerciais, desenvolver estudos de tendência, sazonalidade e elasticidades para efeito de previsão do mercado, analisar a curva de carga do sistema, para muitos casos gerenciar dados e realizar previsões para centros de carga, participar de comitês para avaliação de premissas e validação dos resultados finais, elaborar documentos institucionais como relatórios estatísticos e de projeção, dentre outras atividades.

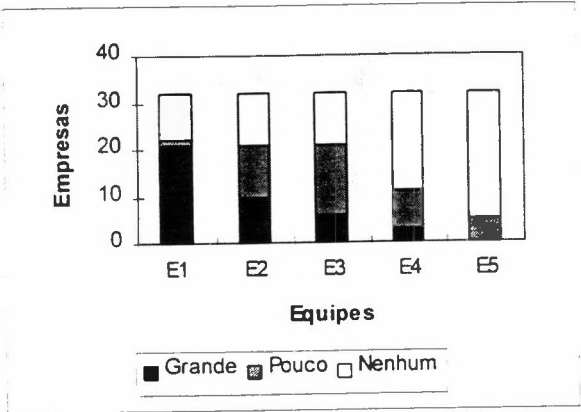


Gráfico 3 : Tamanho das equipes

Legenda das Equipes	
E1	grupo da área de estudos de mercado até 03 pessoas
E2	grupo da área de estudos de mercado com mais de 03 pessoas
E3	comitê interdepartamental, participam outras áreas
E4	comitê empresarial, participam outras entidades externas
E5	apoio de instituições de ensino ou consultoria externa

É pouco usual a ocorrência de interações com outras áreas da empresa, mesmo quando pequena, com o objetivo de buscar informações e validar as premissas e previsões. Da mesma forma, não é rotineiro o envolvimento com entidades externas, como institutos de pesquisa e outras empresas, a excessão da CPFL e Acre. A contratação de consultores ou o apoio de instituições de ensino por meio de convênios, quase não ocorre.

FREQUÊNCIA NO USO POR FONTE DE INFORMAÇÃO

Esta pergunta trata da frequência em que os diferentes tipos de informações são normalmente utilizados para fins de projeções. Confirmando a constatação obtida em relação ao uso das técnicas, onde se observou que as séries temporais mais comuns por tratarem séries únicas do consumo de eletricidade, constatou-se que os dados históricos do mercado de energia elétrica eram os mais utilizados. Tal atitude pode ser explicada por dois motivos principais: (i) os dados são de domínio da própria empresa e; (ii) se tratam de medições cuja consistência ocorre desde a geração, sendo portanto confiáveis.

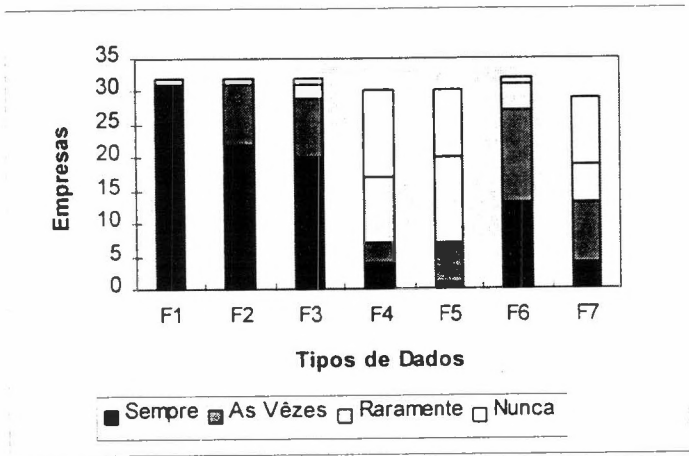


Gráfico 4 : Fontes de Dados

Legenda das Fontes de Dados	
F1	dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão
F2	dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa
F3	pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais
F4	pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão
F5	informações sobre energias alternativas junto a agências de energia
F6	dados setoriais junto às entidades de classe industriais
F7	pesquisas por julgamento junto a especialistas

Os dados econômicos e sociais obtidos em fontes secundárias tais como censos, pesquisas e coletas em institutos governamentais também são muito utilizados. O maior problema está na disponibilidade destas informações a nível local. Os censos demográficos, industriais, de comércio e serviços e a pesquisa nacional por amostragem de domicílios elaborados pela FIBGE são dados regionais muito consultados, entretanto, os relatórios são publicados com muito atraso.

As pesquisas diretas com os grandes consumidores industriais e comerciais, por meio de reuniões, conversas telefônicas ou troca de correspondências buscam obter algumas percepções destas empresas quanto ao futuro dos seus negócios. Havendo um acompanhamento rotineiro do comportamento da produção, consumo de eletricidade e de fontes alternativas para algumas empresas de grande porte, é possível estabelecer uma relação de elasticidade entre as três variáveis, de tal modo que tendo ocorrido alguma previsão de ações empresariais futuras que provoquem retração ou expansão no negócio, incorpora-se esta nova informação na relação microeconômica e se projetam os requisitos de energia elétrica. Medida similar é adotada quando ocorre a implantação de grandes plantas industriais e comerciais. O tratamento preferencial das grandes cargas reduz em grande parte a incerteza das previsões, bem como confere um maior grau de transparência aos pressupostos.

As pesquisas por amostragem dos consumidores ligados em baixa tensão tem por objetivo identificar os hábitos de consumo, o estoque de aparelhos elétricos, e as pretensões futuras para sua ampliação. São levantamentos primários de dados geralmente obtidos pela aplicação de questionários estruturados com perguntas diretas. Não tem sido comum utilizar tais informações para fins de estudos de mercado, principalmente devido ao alto custo para se lançar tais pesquisas. Apenas sete empresas declararam utilizar “sempre” ou “às vezes” as informações primárias sobre consumidores de baixa tensão, a Copel, Goiás, Roraima, FL Oeste, Celesc, Cemig e Light.

Quanto ao uso das estatísticas sobre fontes alternativas de energia, apenas seis empresas utilizam dados de energéticos concorrentes de algum modo, sendo que

a CESP busca tais informações para desenvolver estudos sobre o uso de energia global.

As informações setoriais de comportamento da indústria obtidas em sindicatos e associações de classe são bem mais comuns entre as concessionárias. Estas entidades costumam manter registros de produção e tendências, sendo que algumas coletam e publicam material de pesquisa junto às empresas associadas. Os dados são bem atuais e as avaliações geralmente conduzidas por especialistas em determinados tipos de indústria. Algumas entidades mantêm avaliações regulares de natureza econômica, dimensionando os impactos conjunturais e estruturais de ações do governo ou das tendências do setor externo sobre os seus ramos de negócio.

Finalmente as pesquisas intuitivas junto aos especialistas, cujas principais finalidades são: (i) adotar uma canal de consulta de informações subjetivas para apoiar na elaboração de cenários; (ii) reforçar pressupostos sobre influências de natureza exógena; (iii) validar modelos e resultados estimativos obtidos por técnicas geralmente quantitativas. Quase um terço das empresas entrevistadas adotam opiniões e julgamentos para estudar o mercado com alguma frequência, sendo que a maior parte utiliza modelos qualitativos que demandam tais tipos de informações.

QUALIDADE DAS FONTES DE INFORMAÇÃO

A pergunta seguinte está relacionada com a anterior, e se refere à qualidade dos dados, um atributo importante que quando não atendido impede a utilização de determinadas técnicas. Os dados históricos do mercado de energia elétrica são extremamente acurados, divisíveis, regulares e homogêneos em relação ao tempo e quanto ao modo como são coletados. Podem ser agrupados segundo diversos tipos de segmentação: pela tensão de fornecimento, tipo de consumidor, área geográfica, fonte de energia, unidade de tempo, dentre outras possibilidades.

Os dados econômicos e sociais também são relativamente confiáveis, dependendo da natureza do fenômeno que se esteja medindo, do nível de

agregação e da região geográfica. No caso da inacurácia da renda e produto interno, por exemplo, há o problema da informalidade e sonegação fiscal, quanto a renda pessoal as informações do Ministério do Trabalho são apenas parciais, enquanto aquelas do FIBGE são publicadas com atrasos de cinco anos. A produção industrial perdeu consistência histórica, primeiro por ter sofrido várias mudanças no critério de classificação ao longo dos censos anteriores, depois por omitir dados naqueles segmentos onde, por haver um número tão pequeno de empresas, havia o risco da inferência dos resultados individuais, e assim se optava pela preservação do direito de sigilo. Informações a nível nacional são relativamente confiáveis, a nível regional nem tanto, situação esta que pode se agravar à medida que deslocamos o referencial das regiões Sul-Sudeste para a Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

As pesquisas realizadas em consumidores industriais tendem a ser mais confiáveis, embora por razões diversas os declarantes estejam muitas vezes impedidos de prestar todos os tipos de esclarecimento, como as expectativas sobre os níveis futuros de produção.

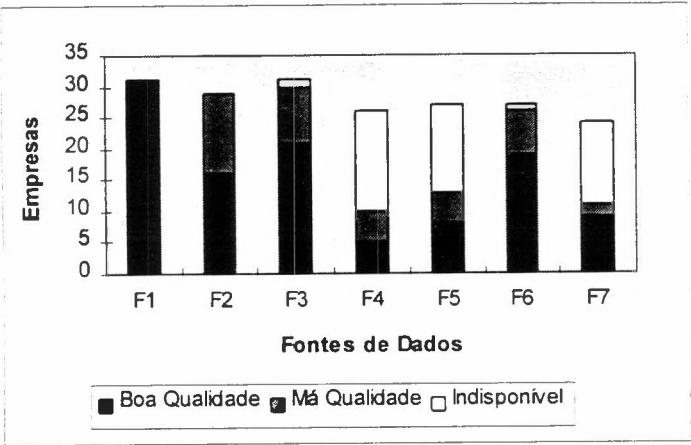


Gráfico 5 : Qualidade das fontes de dados

Legenda das Fontes de Dados	
F1	dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão
F2	dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa
F3	pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais
F4	pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão
F5	informações sobre energias alternativas junto a agências de energia
F6	dados setoriais junto às entidades de classe industriais
F7	pesquisas por julgamento junto a especialistas

A maior parte das empresas não dispõe dos dados sobre consumidores de baixa tensão, energias alternativas e pesquisas por julgamento. Já em relação aos dados setoriais, há uma postura importante de confiança quanto a qualidade. As associações de classe mantêm estatísticas resultantes da coleta de informações junto às empresas associadas, as quais preservam a acurácia dos valores agregados simplesmente relatando seus resultados correta e pontualmente.

VARIÁVEIS USUAIS

Refere-se às categorias de variáveis que são regular ou esporadicamente utilizadas. O gráfico 6 ilustra a frequência como tais dados são considerados.

As séries históricas de variáveis elétricas, o tratamento isolado dos grandes consumidores industriais e a população regional são os principais dados de entrada. A primeira adota informações de mercado, como o número de consumidores e o consumo segmentados por classe, a razão entre ambas que determina o consumo médio por consumidor, e a taxa de atendimento resultante da relação entre o número de ligações residenciais e rurais e o número de domicílios ocupados. A segunda trata usualmente da produção e do consumo de eletricidade, úteis por permitirem análises por meio de coeficientes de elasticidade. A última é importante para a previsão do consumo residencial, uma vez que o número de ligações é calculado como uma proporção dos domicílios ocupados, o qual por sua vez resulta da relação entre a população e a quantidade média de moradores por residência, e do comercial que dentre outras variáveis depende da densidade de habitantes.

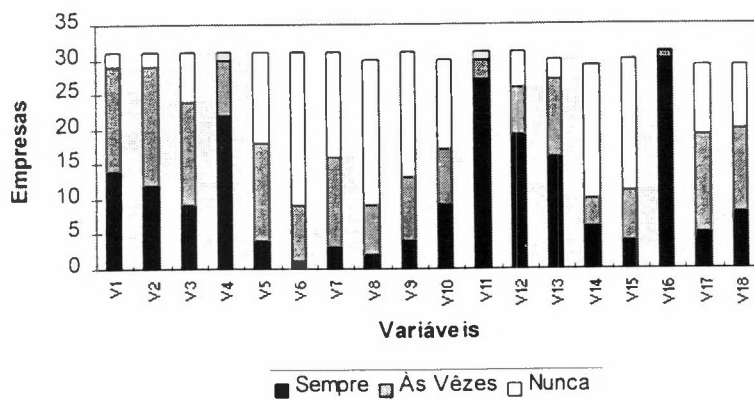


Gráfico 6 : Variáveis utilizadas na previsão do mercado

Legenda das Variáveis Utilizadas

- V1 : produto interno bruto nacional
- V2 : produto interno bruto regional
- V3 : população nacional
- V4 : população regional
- V5 : preço da eletricidade para diferentes classes
- V6 : preço de outras fontes
- V7 : participações de eletrodomésticos no setor residencial
- V8 : condicionamento do ar no setor comercial
- V9 : renda pessoal disponível
- V10 : habitantes e/ou metragem por residência
- V11 : tratamento isolado dos grandes consumidores industriais
- V12 : tratamento isolado dos grandes consumidores comerciais
- V13 : produção industrial por segmento de atividade
- V14 : coeficientes de eficiência energética no residencial e comercial
- V15 : tipo de utilização energética industrial (motriz, geração de calor, ...)
- V16 : variáveis elétricas históricas (nº consumidores, consumo, ...)
- V17 : índices de impacto devido a conservação
- V18 : probabilidades subjetivas

No segundo plano das principais variáveis estão os agregados econômicos, o produto interno bruto nacional e regional, a produção industrial por segmento de atividade e o tratamento isolado dos grandes consumidores comerciais. O PIB nacional é calculado e divulgado pela FIBGE, possuindo ainda previsões relativamente acuradas para o final de cada ano, com base nas expectativas de colheita e produção industrial. O PIB regional varia de estado para estado quanto ao nível de acurácia, agilidade na disponibilização da informação e metodologia

empregada no cálculo do valor adicionado. A produção para os diversos segmentos industriais pode ser expressa em unidades monetárias ou quantidade de produto, sendo a segunda opção mais confiável para o cálculo de elasticidades, uma vez que não está contaminada pelas oscilações nos preços.

No plano seguinte aparecem a população nacional, as probabilidades subjetivas e os índices de impacto devido à conservação de energia. No primeiro caso as informações estão disponíveis a partir dos censos demográficos e das estimativas de crescimento divulgadas pela FIBGE. As probabilidades são dados primários obtidos pela aplicação de questionários a especialistas, cuja qualidade depende diretamente dos critérios adotados na elaboração das perguntas, da seleção dos participantes e da maneira como é conduzido o ensaio. As estatísticas da economia no uso de energia por iniciativa de conservação são obtidas em entrevistas diretas, na comparação entre o consumo realizado após a campanha e aquele previsto caso não fosse adotada nenhuma medida de estímulo ou por analogia com outras regiões que tenham adotado um programa similar.

Com uma frequência de 50% das empresas que declararam nunca terem utilizado, estão o preço da eletricidade, a densidade de moradores por domicílio e a participação de eletrodomésticos na classe residencial. As estatísticas de preço são confiáveis, necessitando apenas de ajustes para transformar valores nominais em moeda constante. A maior restrição ao seu uso está na constatação, por parte de algumas concessionárias, de que o consumo residencial tem sido quase inelástico em relação à tarifa praticada. A oferta de eletrodomésticos, custos de instalação e hábitos de consumo são os principais responsáveis pela demanda cativa¹¹², mais resistente às oscilações nos preços, ficando pouco espaço para gestão da demanda livre via política tarifária, susceptível à conservação e mudança na fonte energética dos aparelhos¹¹³. O número médio de moradores

¹¹² Khazzoom, J.D., An Application of the Concepts of Free and Captive Demand to Estimating and Simulating of Energy Demand in Canada, in International Studies of the Demand for Energy, William D. Nordhaus ed., North-Holland, 1977, pg.115-136.

¹¹³ Ehrlich, P., Energia e Empresa: Os Dilemas da Conservação de Energia, Revista de Administração de Empresas, v.21, n.4, Out-Dez/81.

por residência é uma variável importante para estimar o consumo, com base principalmente nas variações da intensidade de uso da iluminação e aquecimento. A baixa frequência de uso ocorre principalmente pela indisponibilidade do dado atualizado, devido ao atraso com que os dados são divulgados pelo FIBGE, na forma de pesquisa de domicílios ou censos demográficos. O estoque de eletrodomésticos depende de levantamentos primários, uma vez que a ABINEE realiza estatísticas de consumo a nível regional diretamente na ponta da venda, e o FIBGE contabiliza nos censos e pesquisas apenas alguns aparelhos, como geladeiras e aparelhos de televisão. Apesar da baixa taxa de adoção, esta informação é básica para a previsão do mercado residencial, que em última análise nada mais é do que a associação entre os eletrodomésticos disponíveis e o hábito de utilização.

Por último restam aquelas variáveis adotadas por poucas empresas, os coeficientes de eficiência energética que funcionam como dados de entrada para modelos de coeficientes estruturais a exemplo do MEDEE-II, as modalidades de uso da eletricidade na indústria como força motriz e geração de calor, os preços de outros energéticos competidores, como o GLP para aquecimento de água, e a análise isolada do condicionamento de ar no setor comercial, particularmente importante nas regiões de clima tropical. Uma única evidência é comum às três variáveis citadas, a de serem obtidas unicamente por meio de coletas primárias junto ao mercado consumidor. Neste caso, as restrições principais estão no custo incorrido no lançamento de uma campanha de medição e na inexistência de séries históricas que possibilitem cálculos e comparações.

De um modo geral os níveis de adoção podem ser considerados satisfatórios. Em média uma empresa utiliza rotineiramente um terço das variáveis apresentadas. Quando a frequência inclui também a possibilidade de uso esporádico, a percentagem sobe para dois terços. Os dados de mercado gerados internamente são preferidos aos demais, seguidos daqueles que podem ser obtidos por consulta direta a grandes clientes e as informações disponíveis em fontes secundárias, e por último, pouco utilizados, os indicadores referidos a modelos

que consomem muita informação ou que são bastante complexos, dados cuja forma de obtenção exige controles de mensuração refinados, os que necessitam de levantamentos primários, ou quando apesar de disponíveis não apresentam contribuição importante na explicação do fenômeno.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Concluídas as tabulações e análise das informações contidas na pesquisa, cabe neste momento responder as questões levantadas no início desta seção.

A metodologia proposta representa uma real contribuição ao dimensionamento de mercado no setor elétrico?

As evidências apontam que sim. As concessionárias têm adotado como procedimento mais usual para o dimensionamento de mercado aquelas técnicas que requisitam pouca elaboração prévia de informação e são algébricamente mais simples, a exemplo das séries temporais (apresentadas no conjunto T_1) e das relações causais (em C_1). No primeiro caso, são as extrapolações de tendências e médias móveis, cuja utilização é possível por meio de uma máquina de calcular científica. Quanto as causais, representadas pelas regressões lineares ou não a uma variável, sua operação não apresenta nenhuma dificuldade quando se possui um microcomputador, pois as atuais planilhas eletrônicas e pacotes estatísticos apresentam recursos on-line para o gerenciamento de dados, execução, elaboração de gráficos e impressão dos resultados. Ocorrem ainda algumas incursões pelos modelos qualitativos, em particular os cenários descritivos e as técnicas de consenso. Na avaliação do conjunto observa-se, entretanto, que não há nenhum procedimento mais elaborado sendo utilizado de modo sistemático. As concessionárias do setor elétrico carecem de metodologias que gerem informações quantitativas, e que sejam portanto úteis para o planejamento em todas as suas formas. Necessitam ainda de algo que se proponha a romper com a inércia histórica, situação cômoda e perigosa usualmente empregada em ambientes temporariamente estáveis, como o mercado de energia elétrica.

Já não existem técnicas semelhantes sendo utilizadas, e neste caso estaríamos reinventando a roda?

Esta é outra questão crucial, na medida em que uma das características que se apregoa para o método é a inovação. Para se concluir que nenhuma concessionária de eletricidade adota tal metodologia, basta observar o resultado da investigação sobre métodos utilizados no Gráfico 2. Poucas são aquelas que utilizam impactos cruzados, modelagem causal, cenários quantitativos e regressão múltipla, e nenhuma entre as pesquisadas faz uso das equações simultâneas. Entre as empresas, Furnas e Cesp se notabilizaram por introduzir um número expressivo de técnicas para análise e previsão do mercado, ambas entretanto as empregaram sempre de maneira dissociada.

Caso seja uma inovação, tal técnica é prática e pode ser utilizada por concessionárias?

A implementação da metodologia obedeceu a um calendário de quatro semanas, como pode ser observado no capítulo seguinte. A maior parte deste período foi dispendida com a modelagem e determinação das probabilidades subjetivas, ambas por consulta a especialistas. As técnicas analíticas, a consistência e distribuições de

vez ocorrida sofrerá o polimento na prática, durante as fases de operação e adaptação.

Estas possuem meios para isto?

Depende da concessionária. O que se deduz a partir da investigação é de que com a pequena estrutura de pessoal disponível associada ao baixo grau de comunicação, a situação dos requisitos importantes para uma implantação bem sucedida do método é pouco animadora. A maior parte das equipes é inferior a três pessoas, insuficiente para atender aos processamentos rotineiros e ainda cuidar da implantação das novas técnicas. Quando se trata da assessoria por intermédio de consultores externos ou das instituições de ensino, a constatação é de que não há nas empresas o hábito em buscar a orientação de terceiros. O mais preocupante é que também é incipiente o compartilhamento de informações com comitês empresariais e interdepartamentais, o que praticamente inviabilizaria a adoção do método proposto.

É importante ressaltar que tal constatação ocorreu na investigação das empresas atuantes na indústria da energia elétrica, as quais tradicionalmente atendem a um mercado relativamente estável, em contínua expansão, atualmente sem competição, e cujo produto é considerado essencial. Este fato não nos permite generalizar algumas conclusões para as empresas de outros setores. Há entretanto um campo vasto a ser explorado, quando o assunto em questão é dimensionamento de mercado. Talvez encontrando suporte nesta constatação, seja ainda mais justificável o esforço na pesquisa de novas metodologias, como forma de contribuir com técnicas que sejam viáveis operacionalmente e que gerem resultados úteis para o planejamento.

CAPÍTULO 6 : VALIDAÇÃO EMPÍRICA

A intenção desta monografia está em propor uma metodologia prática para auxiliar na geração de cenários e previsão. A resolução de um caso prático é o meio mais objetivo e transparente para se validar tal proposta. Para tanto, será desenvolvido um procedimento de identificação, modelagem e estimativas junto aos especialistas, com a finalidade de prever o comportamento do mercado consumidor de eletricidade no segmento residencial para os próximos anos.

Etapa 1: Definir precisamente o objetivo

Elaborar cenários alternativos e as correspondentes previsões dos níveis de consumo de eletricidade no segmento residencial em MWh do estado do Paraná até o ano 2005.

- Ano de referência : 1995;
- Horizonte de análise: próximos dez anos;
- Região geográfica: estado do Paraná - região sul do Brasil;
- Produto: serviços de fornecimento de energia elétrica ao consumidor final;
- Segmento: domicílios residenciais urbanos ocupados atendidos em qualquer nível de tensão;
- Restrições: considerada a base de dados das concessionárias, não coincidente com as informações censitárias divulgadas pela FIBGE;
- Pressupostos: (i) dados históricos são indicadores tendenciais razoavelmente acurados; (ii) não ocorreram mudanças de estado importantes que tenham alterado a estrutura de relacionamento causal; (iii) o segmento residencial não sofrerá mudanças nos critérios de classificação durante o horizonte de análise;
- Recursos disponíveis: bases de dados históricos do consumo de eletricidade, número de consumidores, preço médio, renda disponível, posse e hábitos de uso de alguns eletrodomésticos, habitantes/domicílio;

- Cronograma em períodos semanais:

Etapa	1a.	2a	3a	4a
Selecionar os especialistas				
Relacionar e selecionar as variáveis relevantes				
Modelar os relacionamentos entre as variáveis				
Dimensionar os níveis para cada variável				
Estimar as probabilidades				
Refinar os níveis e probabilidades				
Selecionar os cenários				
Batizar os cenários e elaborar narrativas				

Etapa 2: *Selecionar os especialistas e decidir sobre o modo como serão consultados*

Foram obedecidos alguns critérios para selecionar adequadamente os participantes da pesquisa:

1º requisito: afinidade com o mercado

Todos os profissionais mantém contato de alguma forma com a prática da análise de comercialização, seja na pesquisa, planejamento ou gestão do atendimento. Possuem portanto sensibilidade para perceber quando ocorre alguma mudança no comportamento de consumo, são capazes de propor e argumentar com desembaraço sobre os relacionamentos causais e magnitude dos impactos.

2º requisito: disposição para colaborar, disponibilidade

O interesse em participar e desprendimento em prestar informações não são virtudes comuns entre as pessoas. Um técnico mediano e solícito pode ser bem mais útil ao processo de coleta de dados subjetivos do que um grande estrategista que não gosta de se comunicar. Ademais, aqueles profissionais

que não possuem tempo disponível para participar do painel, seja por compromissos de viagem ou por envolvimento com outras prioridades, tendem a atrasar no retorno do questionário ou, o que é pior, preencher as respostas com alguma negligência.

3º requisito: senso analítico, desembaraço com números

O ponto crítico da metodologia reside na estimativa das probabilidades. Conceitos não tão simples como "a nova chance de que certa variável venha a ocorrer uma vez que se constatou ser impossível a realização de determinado evento correlato" devem ser compreendidos pelos entrevistados. Para aumentar a acurácia da estimativa, estes devem exercer um senso analítico já no momento da resposta, realizando uma consistência prévia dos julgamentos a fim de eliminar estimativas incompatíveis ou absurdas. Tal predicado depende mais da natureza racional e dedutiva das pessoas do que do tipo de formação.

Os especialistas selecionados fazem parte do quadro de empregados da Copel - Companhia Paranaense de Energia, empresa geradora e distribuidora responsável pelo fornecimento de 98% da eletricidade consumida no estado e suprimento dos 2% restantes às pequenas empresas distribuidoras. Todos detêm uma parcela expressiva dos atributos mencionados. São quatorze profissionais que atuam nas áreas de planejamento da expansão e operação, pesquisa mercadológica e comercial. Quando consultados demonstraram interesse pelo tema e se colocaram a disposição para colaborar no preenchimento dos questionários. Possuem experiência no desenvolvimento de modelos e tratamentos quantitativos a nível interno e externo.

O procedimento para comunicação foi estabelecido de três maneiras: (i) envio das mensagens pelo correio eletrônico da empresa, tais como convites, lembretes, cobrança das respostas; (ii) envio dos questionários e avaliações pelo malote interno, com controle via confirmação de recebimento; (iii) visitas periódicas e

contatos telefônicos com os painelistas, por iniciativa do analista, com o objetivo de esclarecer dúvidas e reforçar alguns conceitos.

Etapa 3: Relacionar e selecionar as variáveis relevantes

Os painelistas receberam uma lista contendo algumas variáveis usualmente consideradas importantes no estudo do mercado residencial de energia elétrica:

- a. fatores de densidade: população, quantidade de domicílios ocupados, quantidade de apartamentos ocupados, número de ligações residenciais, taxa de atendimento urbano;
- b. fatores de dimensão: número médio de cômodos por domicílio, número médio de pessoas por domicílio;
- c. fatores de intensidade de carga: carga estimada de elevadores por apartamento, carga média instalada do estoque de eletrodomésticos, número de horas de uso do estoque de eletrodomésticos;
- d. fatores econômicos: renda pessoal disponível, preço médio da eletricidade, preço do GLP, coeficiente de distribuição da renda, produto interno regional bruto per capita.

O questionário do anexo 10 apresenta na primeira e segunda colunas a lista de sugestão das 15 variáveis, com identificação e abreviatura de 4 caracteres. As duas colunas seguintes servem para marcar aquelas selecionadas e definir seus graus de relevância.

As instruções buscam esclarecer simplificadaamente os objetivos do formulário, a técnica para preenchimento, prazo e endereço para entrega. Foi ainda viabilizada uma linha de comunicação entre o analista e os especialistas, por meio de uma linha telefônica e fax-símile.

O especialista foi solicitado a marcar com um "x" nas dez variáveis que no seu entender eram as mais importantes na explicação das oscilações da demanda no mercado analisado. Como a lista apresentada não era exaustiva, foi previsto um espaço livre para que este completasse com a identificação e abreviatura de outras variáveis.

Pode se observar no quadro 11 que, na primeira rodada, foram sugeridas várias inserções à lista e algumas correções importantes, além de terem sido identificados alguns problemas de interpretação. A "População Estadual - POPE", foi redefinida para "População Estadual Urbana - POPU", por solicitação dos especialistas. Houveram ainda as inclusões de "Ligações de Baixa Renda - COBR", atividade em andamento que se preocupa em conectar domicílios localizados na periferia urbana, em fundos de vale e favelas; "Programa de Conservação - CONS" coordenado a nível nacional pelo PROCEL que busca reduzir o desperdício pela utilização racional da eletricidade.

Variável	Abreviat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Número de ligações residenciais	LRES	FC	VC	FC	FC	FC	FC	FC		FC		FC	FC	VC	FC
População estadual urbana	POPU	VR	VC	VR	FC	VR	VR	FC	VC	VR			FC	VR	FC
Taxa de atendimento urbano	ATUR		FC	VC	VR	VR	VC	VR	FC	VR		FC		VC	VR
Média de moradores por domicílio	MO/D	FC	VC	VR	VC		VR	VC	VR	FC	VC		VR	VR	VC
Renda pessoal disponível	REND	VR	FC				VR	VR	FC	VR	FC		VC		VC
Preço médio da eletricidade	PELE	VR	VR	VC		VR	VC	VR	VR	VR	VR	VC			VR
Carga média de eletrodomésticos	CELD	VR	VR		VR		VR	VC			VR		VC	FC	VC
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	VC	VR			VR	FC			VR	VC		VR		
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	VC			VR		VC		VR		VR		VR	FC	
PIB estadual per capita	PB/P		VC	VR		VC			VC	VC	VR	VC	VC		VR
Coeficiente de distribuição de renda	GINI		VR	VC			VC	VC			FC	VC			VR
Média de cômodos por domicílio	CM/D				VR						VC			VC	
Carga estimada de elevadores	CELV	VC			VC									VR	
Preço do GLP	PGLP			VC				VC		VC					VC
Área liberada para construção	CREA											VR		VR	
Quantidade de apartamentos ocupados	DAOC									VR					
Condição de emprego	EMPR								VR						
Ligações para baixa renda	COBR					VC									
Número de casamentos	NCAS								VC						
Grau de informação sobre preços	ALTE											VC			
Programa de conservação	CONS														

Quadro 11 : Seleção das variáveis relevantes - 1a. rodada

Surgiram outras variáveis, como o "Número de Casamentos - NCAS" que influencia o número de ligações e a carga média de eletrodomésticos; "Condições de Emprego - EMPR" adotada para mensurar a relação entre atividade econômica, desemprego e impactos sobre a renda pessoal disponível, "Área Liberada para Construção - CREA" que funciona como um estimador do número de ligações e "Grau de Informação sobre Preços - ALTE" que infere a percepção do consumidor e decorrente grau de elasticidade em relação ao preço das diferentes alternativas energéticas.

Os 14 especialistas que responderam foram identificados por letras de "A" a "N", e as escolhas com os graus de relevância correspondentes estavam designadas por "FC" nos fatores-chave, "VR" nas variáveis relevantes e "VC" nas complementares.

Foram utilizados os critérios definidos na metodologia relativos aos pesos para os três graus de relevância: os fatores-chave com peso 4, as variáveis relevantes com 2 e as complementares com 1. Cada variável apresentou um somatório dos escores aplicados sobre as seleções e graus de relevância atribuídos pelos especialistas, sendo que estes valores variaram desde 42 para o número de ligações residenciais até zero para o programa de conservação.

A média aritmética foi igual a 11,76 com erro padrão de 2,52. Supondo que esta amostra de escores tenha uma distribuição de Student com 20 graus de liberdade, um corte unilateral à esquerda com um nível de significância igual a 5% resulta em 6,5. Tendo sido atribuído este valor como referencial para o critério de relevância, a classificação preliminar detalhada no anexo 11 e apresentada no quadro 12 resultaram em onze variáveis:

Variável	Abreviat	Escore	Classif.
Número de ligações residenciais	LRES	42	1
População estadual urbana	POPU	30	2
Taxa de atendimento urbano	ATUR	25	3
Média de moradores por domicílio	MO/D	23	4
Renda pessoal disponível	REND	22	5
Preço médio da eletricidade	PELE	19	6
Carga média de eletrodomésticos	CELD	17	7
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	14	8
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	14	9
PIB estadual per capita	PB/P	10	10
Coefficiente de distribuição de renda	GINI	8	11

Quadro 12 : Classificação das variáveis relevantes - 1a. rodada

Um novo questionário no anexo 12 foi submetido aos especialistas na segunda rodada com o objetivo de refinar a identificação. As justificativas para esta reavaliação se embasaram principalmente nas necessidades de:

- apresentar as novas variáveis inseridas na lista resultantes das contribuições ocorridas durante a primeira rodada;
- justificar a não inclusão de algumas sugestões;
- possibilitar a revisão das seleções e graus de relevância, por parte dos especialistas à luz das novas informações sobre as preferências individuais dos participantes. Para evitar qualquer tipo de interferência, todas as identificações foram mantidas no anonimato.

Algumas proposições não foram incluídas por já terem sido de alguma forma consideradas na lista inicial, a exemplo da quantidade ou posse de aparelhos que já era parte implícita da carga média, uma vez que para um ano "t":

$$CELD_i = \sum ELDP_{i,t} \times CARGA_i \quad [6.1]$$

$ELDP_{i,t}$: percentagem de posse do aparelho "i" no ano "t";

$CARGA_i$: potência em watts do aparelho "i".

O procedimento para o cálculo estimativo das variáveis “Carga média dos eletrodomésticos - CELD” e “Horas de uso dos eletrodomésticos - HELD” está detalhado no anexo 21.

As escolhas sofreram algumas modificações quando comparadas às obtidas na primeira rodada. O principal fator que motivou as novas opções foi a não inserção de algumas propostas, devidamente justificadas no texto do questionário. Houveram ainda reavaliações nas seleções e graus de relevância, tendo resultado no mapa de escolhas do quadro 13.

Variável	Abreviat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Número de ligações residenciais	LRES	FC	VC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC		FC	FC	VC	FC
População estadual urbana	POPU	VR	VR	FC	FC	VR	VR	FC	VR	VR			FC	VR	FC
Taxa de atendimento urbano	ATUR	VC	FC	VR	VC	FC	VC	VR	VR	VR		FC	VR	VC	VR
Renda pessoal disponível	REND	VR	FC		VC	VR	VR	VR	FC	VR	FC	VC			VC
Média de moradores por domicílio	MO/D	FC	VC	VR	VR		VR	VC	VC	FC	VC		VR	VR	VC
Preço médio da eletricidade	PELE	VR	VR	VC		VR	VC	VR	VR	VR	VR	VR	VR		VR
Carga média de eletrodomésticos	CELD	VR	VR	VR	VR		VR	VC			VR	VR	VC	FC	VC
Coeficiente de distribuição de renda	GINI	VC	VR	VC		VC	VC	VC		VC	FC	VC			VR
PIB estadual per capita	PB/P		VC	VR		VC			VC	VC	VR	VC	VR		VR
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	VC	VC			VR	FC		VC	VC	VC				
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	VC			VR		VC		VR		VR	VC	VC	FC	
Média de cômodos por domicílio	CM/D			VC	VR						VC			VC	
Programa de conservação	CONS				VC	VC							VC		VC
Área liberada para construção	CREA											VR		VR	
Carga estimada de elevadores	CELV				VC									VR	
Preço do GLP	PGLP			VC				VC		VC					
Ligações para baixa renda	COBR					VC							VC		
Grau de informação sobre preços	ALTE											VR			
Condição de emprego	EMPR								VC						
Quantidade de apartamentos ocupados	DAOC														
Número de casamentos	NCAS														

Quadro 13 : Seleção final das variáveis relevantes - 2a. rodada

A amplitude do somatório dos escores apresentou um leve aumento, quando a distância entre os valores extremos passou de 42, observado na primeira rodada, para 46. A média aritmética para as 21 variáveis foi igual a 12,86 com um erro padrão de 2,79. Supondo novamente uma distribuição “t-Student” com 20 graus de liberdade e nível de significância de 5%, o corte unilateral para seleção das variáveis se situou no limite à esquerda igual a 7,04. Com isto, todas aquelas com valor igual ou superior a este limite foram separadas das demais e passaram para a fase seguinte, tendo sido classificadas onze variáveis conforme o quadro 14.

Variáveis selecionadas	Abreviat	Escore	Classif.
Número de ligações residenciais	LRES	46	1
População estadual urbana	POPU	34	2
Taxa de atendimento urbano	ATUR	28	3
Renda pessoal disponível	REND	25	4
Média de moradores por domicílio	MO/D	23	5
Preço médio da eletricidade	PELE	22	6
Carga média de eletrodomésticos	CELD	18	7
Coeficiente de distribuição de renda	GINI	15	8
PIB estadual per capita	PB/P	13	9
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	11	10
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	11	10

Quadro 14 : Classificação final das variáveis relevantes selecionadas -
2a. rodada

Etapa 4: Modelar os relacionamentos entre as variáveis

A metodologia sugere que os relacionamentos sejam identificados num procedimento de quatro passos, o primeiro por meio de um esboço das conexões utilizando-se um grafo ou diagrama de influências, o segundo com a marcação das conexões em uma matriz contendo as variáveis nas linhas e colunas, o terceiro com a designação dos sentidos, tendo sido estabelecidas as origens ou causas e os destinos ou efeitos, e o último pela definição dos tipos de relação,

direta ou inversamente proporcional, atribuídos sinais positivo ou negativo respectivamente.

O primeiro projeto do questionário no anexo 14, o qual contemplava cada um destes passos, pareceu tão detalhado a ponto de estimular alguns especialistas a deixarem de preencher as tabelas iniciais e partirem diretamente para a tabela final.

O segundo projeto é bem mais simples, pois reúne todos os passos em uma única tabela, e possui a restrição importante de apenas atender às situações onde o número de variáveis é pequeno, a exemplo deste estudo de caso. Sugere-se portanto que nos casos onde a quantidade de variáveis é grande, o modelo de questionário a ser adotado não seja muito diferente daquele apresentado no anexo 14.

O formulário denominado “Relações de causa-efeito importantes entre as variáveis no mercado residencial de energia elétrica no estado do Paraná” constante no anexo 15 apresentava a lista daquelas onze selecionadas na etapa anterior na forma matricial.

A indicação nas colunas demonstrava que a variável deveria ser observada como efeito resultante, ou seja, influenciada por um certo número de variáveis de causa a serem selecionadas entre aquelas listadas nas linhas da matriz. As colunas representavam portanto os efeitos e as linhas as causas. O especialista foi solicitado a marcar com um “+” as relações diretas e com um “-” as inversas.

Foram dadas ainda duas sugestões, a primeira de que se evitassem as relações reflexivas do tipo “A” afeta “B” e vice-versa, e a segunda de que fossem escolhidas apenas aquelas conexões relevantes, evitando-se assim um *emaranhado* de relações cujo tratamento algébrico é complexo e a compreensão visual do modelo quase impossível.

Variável		LRES	POPU	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES			6(+)		2(+)	1(-)	1(-)	1(-)		1(+) 1(-)	1(+)
População Estadual Urbana	POPU	9(+)		4(+) 1(-)		4(+)			1(-)	4(-)	4(+)	
Taxa de atendimento urbano	ATUR	4(+)									1(+) 2(-)	1(+)
Renda pessoal disponível	REND	5(+) 1(-)	2(+)	4(+)		4(-)	2(+)	8(+)	1(+) 1(-)	4(+)	3(+)	6(+) 1(-)
Média de moradores por domicílio	MO/D	5(-)	1(+)	2(+)	1(-)		1(-)	4(+)	1(-)		2(-)	7(+)
Preço médio da eletricidade	PELE	1(+) 3(-)		4(-)	1(-)	1(-)		5(-)		1(+)		8(-)
Carga média de eletrodomésticos	CELD				1(+)		1(-)					3(+) 2(-)
Coefficiente de distribuição de renda	GINI	1(+) 2(-)	1(+)	1(+) 2(-)	3(+)	2(+)	2(+)	1(+) 2(-)		1(-)	1(+)	1(+) 1(-)
PIB estadual per capita	PB/P	3(+) 1(-)	2(+)	3(+)	7(+)	2(-)		3(+)	1(+) 1(-)		3(+)	5(+)
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	6(+)	2(+)	3(+) 1(-)		3(+) 2(-)	1(-)	1(+) 1(-)				1(+)
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD			1(+)	1(+)			2(+) 1(-)				

Quadro 15: Graus dos relacionamentos entre variáveis - 1a. rodada

Como é possível observar no quadro 15, a primeira rodada ofereceu resultados que permitiam, caso houvesse intenção, iniciar o procedimento de modelagem. A população urbana estadual afetava de modo importante as ligações residenciais, o preço médio da eletricidade era variável de causa para as horas de uso e a carga média de eletrodomésticos, enquanto o PIB estadual per capita influenciava a renda pessoal e as horas de uso dos aparelhos.

Foram identificadas com clareza as variáveis exógenas e endógenas mais importantes. Ocorreram algumas inconsistências evidentes, a exemplo da quantidade de domicílios ocupados como causa da influência sobre o número de moradores por domicílio, indicada por três especialistas como direta ou positiva e por outros dois como inversa ou negativa.

O questionário retornou para uma segunda rodada de reavaliações tendo apresentado poucas mudanças nas frequências de relacionamentos. As variáveis POPU, PELE e PB/P consolidaram-se como exógenas, enquanto LRES, CELD e HELD resultaram em endógenas situadas na ponta da malha de influência. As intermediárias com grau de dependência significativo são REND, DCOC e MO/D. Restaram ATUR, a qual embora influenciada fortemente por LRES não representa

impacto no resultado final, e o coeficiente GINI que foi selecionado na fase de especificação e descartado nesta fase por não apresentar contribuição importante ao diagrama de causa e efeito.

Variável		LRES	POPU	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES			7(+)		1(+)	1(-)		1(-)		1(+) 1(-)	1(+)
População Estadual Urbana	POPU	9(+)		3(+) 1(-)		5(+)			1(-)	4(-)	5(+)	
Taxa de atendimento urbano	ATUR	3(+)									1(+) 2(-)	
Renda pessoal disponível	REND	5(+) 1(-)	2(+)	4(+) 1(-)		5(-)	2(+)	8(+)	1(+) 1(-)	4(+)	3(+)	7(+) 1(-)
Média de moradores por domicílio	MO/D	6(-)	1(+)	2(+)			1(-)	4(+)	1(-)		1(-)	7(+)
Preço médio da eletricidade	PELE	1(+) 3(-)		3(-)	1(-)	1(-)		6(-)		1(+)		10(-)
Carga média de eletrodomésticos	CELD				1(+)		1(-)					2(+) 2(-)
Coefficiente de distribuição de renda	GINI	1(+) 2(-)	1(+)	2(-)	3(+)	2(+)	2(+)	1(-)		1(-)	1(+)	2(-)
PIB estadual per capita	PB/P	3(+)	2(+)	3(+)	8(+)	2(-)		4(+)	1(+) 1(-)		2(+)	7(+)
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	6(+)	1(+)	3(+) 1(-)		3(+) 3(-)	1(-)	1(-)				1(+)
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD			1(+)	1(+)			2(+) 1(-)				

Quadro 16 : Graus dos relacionamentos entre variáveis - 2a. rodada

A regra de corte para as variáveis observadas foi determinada para uma distribuição com frequência média de indicações igual a 2,43 e desvio padrão de 1,906. O limite para o teste unilateral de uma distribuição t-Student com nível de significância de 20% foi calculado em 4,873, tendo assim estabelecido a seleção daquelas conexões cuja frequência fosse igual ou superior a 5.

O modelo resultante apresenta a forma da figura 8, neste caso, as variáveis CELD e HELD recebem o efeito da renda pessoal disponível, o qual por sua vez carrega a influência transitiva da variável exógena PB/P. Situação idêntica ocorre em relação à exógena POPU, que espalha efeitos transitivos para as variáveis HELD e LRES, através de MO/D e DCOC respectivamente.

O produto final entre CELD e HELD define CM/C, consumo médio por consumidor residencial, que uma vez multiplicado pelo número de ligações residenciais determina o consumo total de eletricidade deste segmento.

O propósito em estabelecer uma malha aberta de relacionamento causal está em identificar aquelas variáveis exógenas que estão longe das possibilidades de controle por parte dos decisores, estabelecendo assim algum mecanismo para estimação probabilística dos prováveis estados futuros. As variáveis seguintes são destiladas neste processo, aproximando-se gradativamente do efeito resultante cujos níveis e variações se constituem no objetivo do estudo. O fundamental é que, na visão dos especialistas, aquelas interações mais importantes estão explicitadas, e portanto, se constituem numa estrutura suficiente para explicar as tendências futuras e suas possíveis relações com os pressupostos, que em última análise se constituem nos cenários.

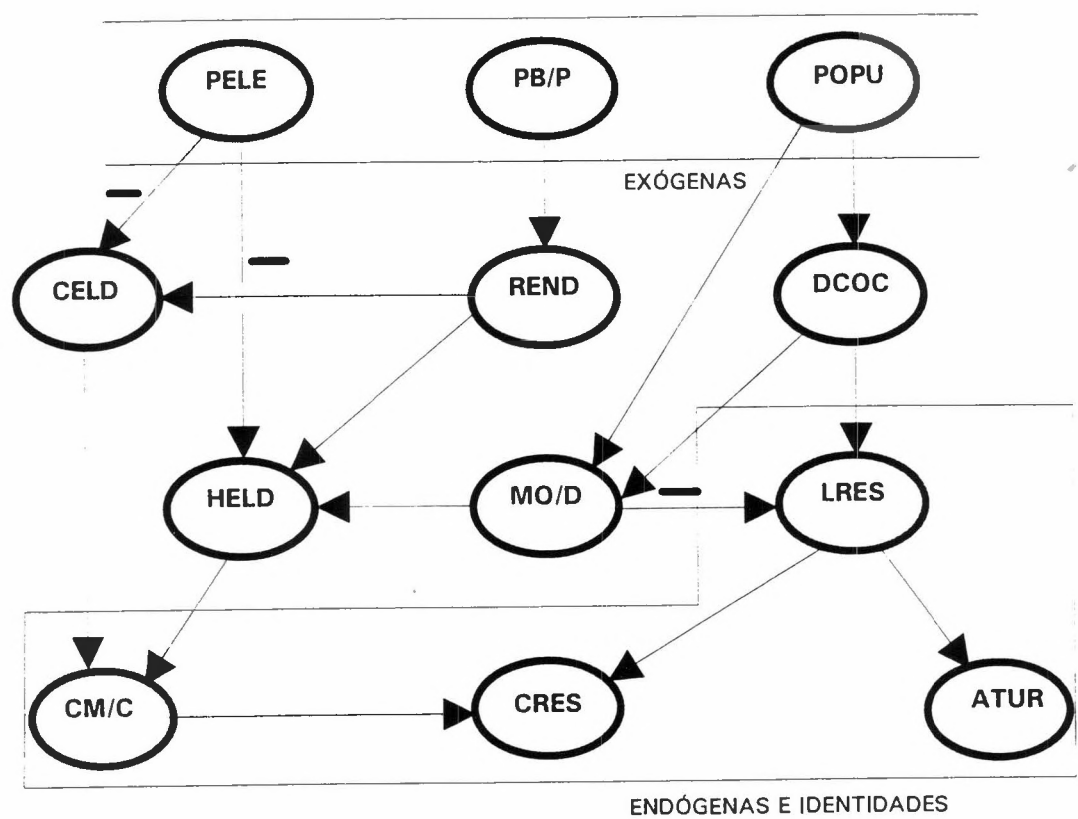


Figura 8 : Diagrama de influência final

Etapas 5: Dimensionar os níveis para cada variável

A maioria das variáveis possuíam dados históricos identificáveis em alguma fonte secundária, outras puderam ser obtidas por relações algébricas triviais:

- População urbana estadual (POPU): a série histórica foi coletada dos censos demográficos, sendo que para fins de previsão, foram interpolados valores anuais utilizando-se uma função logística. A taxa de crescimento tem caído consideravelmente a partir do início da década de 80, no período 70-80 a população nas cidades cresceu a uma taxa média de 5,83% ao ano, tendo decrescido para 3,34% ao ano na década seguinte, sendo que durante o período de 88 a 90 foi de apenas 1,11%. A estimativa para 1994 é de 6.406 mil habitantes, supondo que a taxa do final da década passada seja mantida.
- Número de domicílios atendidos por eletricidade (LRES): disponível nas bases de dados das empresas concessionárias de eletricidade, é denominada também por número de consumidores residenciais. Trata-se de uma variável endógena com controle direto.

Quando a relação entre LRES e o número de domicílios urbanos ocupados é crescente, diz-se que a taxa de atendimento urbano está aumentando. A relação tem sempre apresentado altas taxas de crescimento, motivada pelo fenômeno de eletrificação do estado. Em 1970 apenas metade das moradias eram atendidas por energia elétrica, hoje praticamente todas o são. Este ritmo deve reduzir na medida em que a demanda latente seja atendida, principalmente por meio de programas sociais com enfoque nas periferias e fundos de vale. Para se ter uma idéia da expansão, se o número de habitações cresceu pouco mais de três vezes durante os últimos 25 anos, as ligações residenciais multiplicaram por seis.

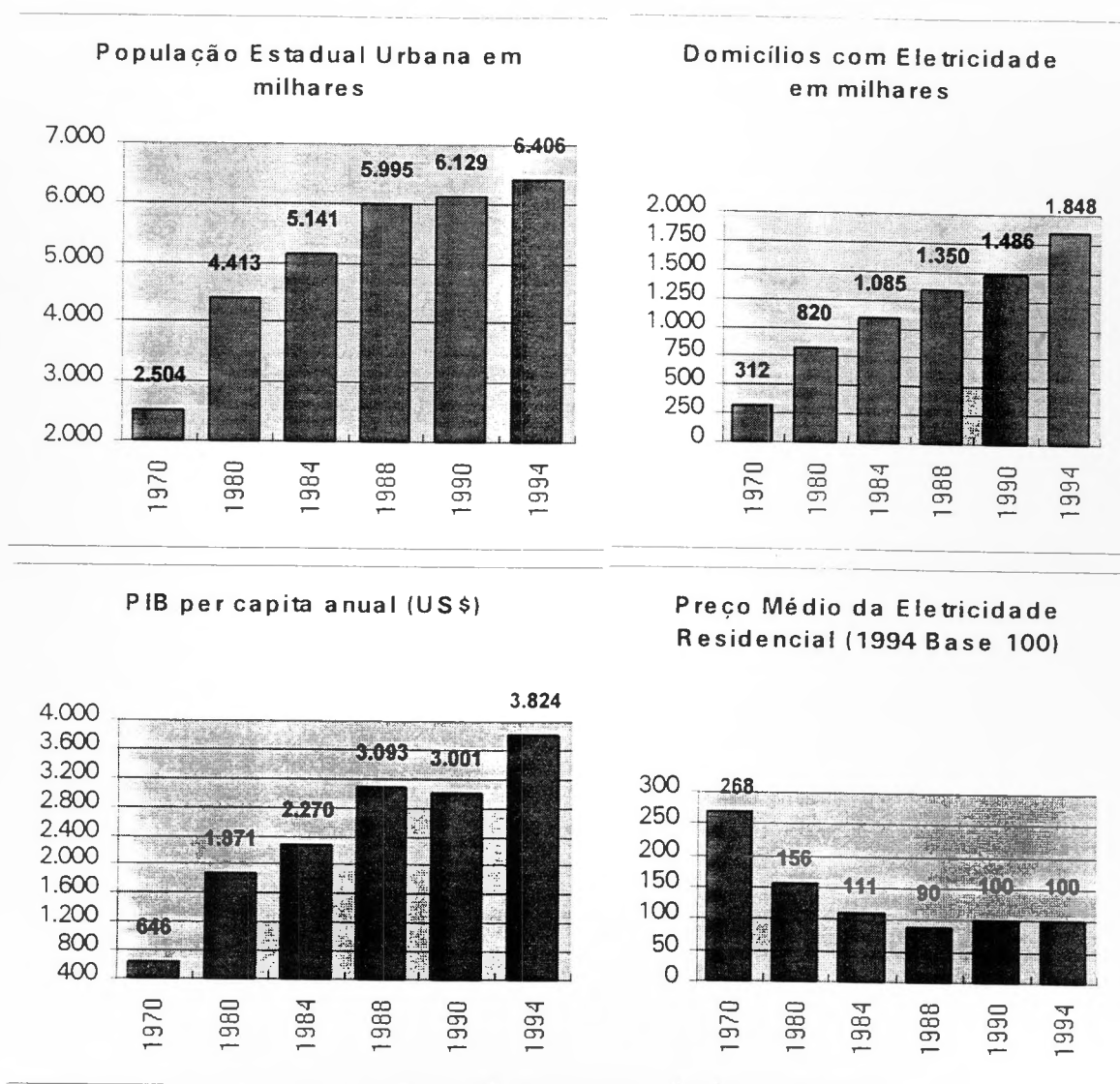


Gráfico 7: Evoluções históricas para quatro variáveis exógenas

- Produto Interno Bruto per capita (PB/P): possui a vantagem de ser divulgado anualmente pela Secretaria Estadual de Planejamento, desde 1970 até 1994, sendo este último apenas uma estimativa. O PIB per capita teve um crescimento acelerado a partir dos anos 70, tendo atingido o patamar dos US\$ 2.000 anuais por habitante em 1983, a uma taxa de 8,9% ao ano. Transcorridos cinco anos o valor já superava US\$ 3.000. A partir de então as variações se estabilizaram, tendo ocorrido um forte decréscimo no ano de 1990 com o Plano Collor. Em 1993 a economia retomou o crescimento lastreada no aquecimento

dos setores primário e secundário, quase atingindo US\$ 4.000 em 1994. Durante o período 1980-1994 o PIB per capita cresceu a uma taxa de 5,2% ao ano.

- Moradores por domicílio urbano (MO/D): resultante da relação entre a população urbana e o número de domicílios urbanos ocupados, vem decrescendo de maneira consistente ao longo do tempo. Enquanto a população urbana apresentou um ritmo de crescimento fortemente desacelerado, já mencionado anteriormente, a expansão imobiliária não sofreu redução significativa, tendo apresentado taxas de 5,4 e 4,8% ao ano nos períodos 1970-1980 e 1980-1990 respectivamente.

- Preço médio da eletricidade (PELE): as tarifas de energia para o setor residencial obedecem o critério de diferenciação por faixa de consumo, medido em kWh, escalonado conforme o volume utilizado. Uma vez que o presente estudo não se preocupa em segmentar os domicílios por nível de consumo, tratando-o de modo agregado, foi adotado o preço médio como resultado da relação entre o faturamento e o consumo.

A série histórica do gráfico 8 foi inflacionada pelo IGP/DI da FGV e todos os valores representam índices de preço com base em 1994. Com os dados na mesma base, é possível observar uma forte tendência de redução tarifária ao longo dos anos, a qual parte do índice 268 em 1970, tendo atingido seu ponto mais alto em 73 e 74, e passando a partir de então a apresentar um declínio sistemático. O ponto crítico ocorreu em 1989, quando chegou a 67. Recuperou-se em seguida no Plano Collor, e a partir de então manteve-se próximo do índice 100.

ÍNDICE DE PREÇO DA ELETRICIDADE RESIDENCIAL
SÉRIE HISTÓRICA DE 1970 A 1994 AJUSTADA PELO IGP/DI

ANO	ÍNDICE	ANO	ÍNDICE
1970	268	1983	120
1971	265	1984	111
1972	296	1985	97
1973	293	1986	85
1974	258	1987	101
1975	254	1988	90
1976	219	1989	67
1977	198	1990	100
1978	181	1991	104
1979	180	1992	109
1980	156	1993	90
1981	143	1994	100
1982	132		

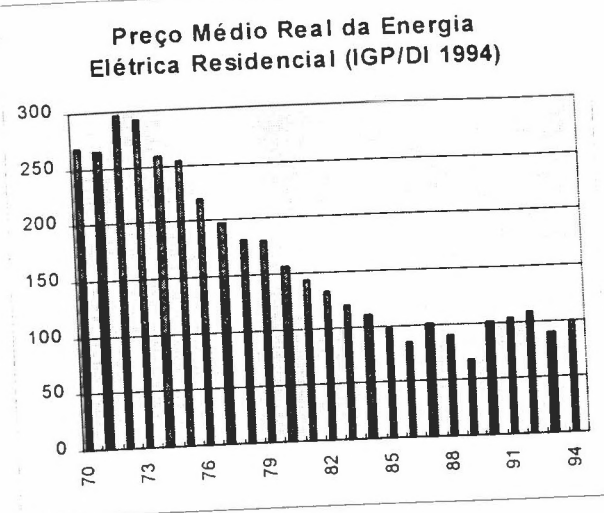


Gráfico 8: Variações do preço médio real da eletricidade residencial

- Moradores por domicílio (MO/D): tem decrescido sistematicamente desde 1970, tendo passado de 4,27 moradores por habitação para menos de 3,5.
- Renda pessoal disponível por domicílio urbano (REND): foi utilizada a distribuição da população economicamente ativa ocupada por faixa de renda observada no gráfico 9, tendo sido em seguida ajustada para o rendimento médio por domicílio urbano. Este estimador funcionou como proxy para a renda pessoal.

A evolução dos salários tem sido um fenômeno irregular no longo prazo, tendo apresentado altos e baixos ao longo das décadas a depender da política econômica. A tendência de longo prazo tem sido entretanto de uma elevação significativa, uma vez que se observa quando em 1970 uma família paranaense média recebia quase três salários mínimos, quatorze anos passados este valor duplicou, tendo atingido quase oito salários no início da década de 90.

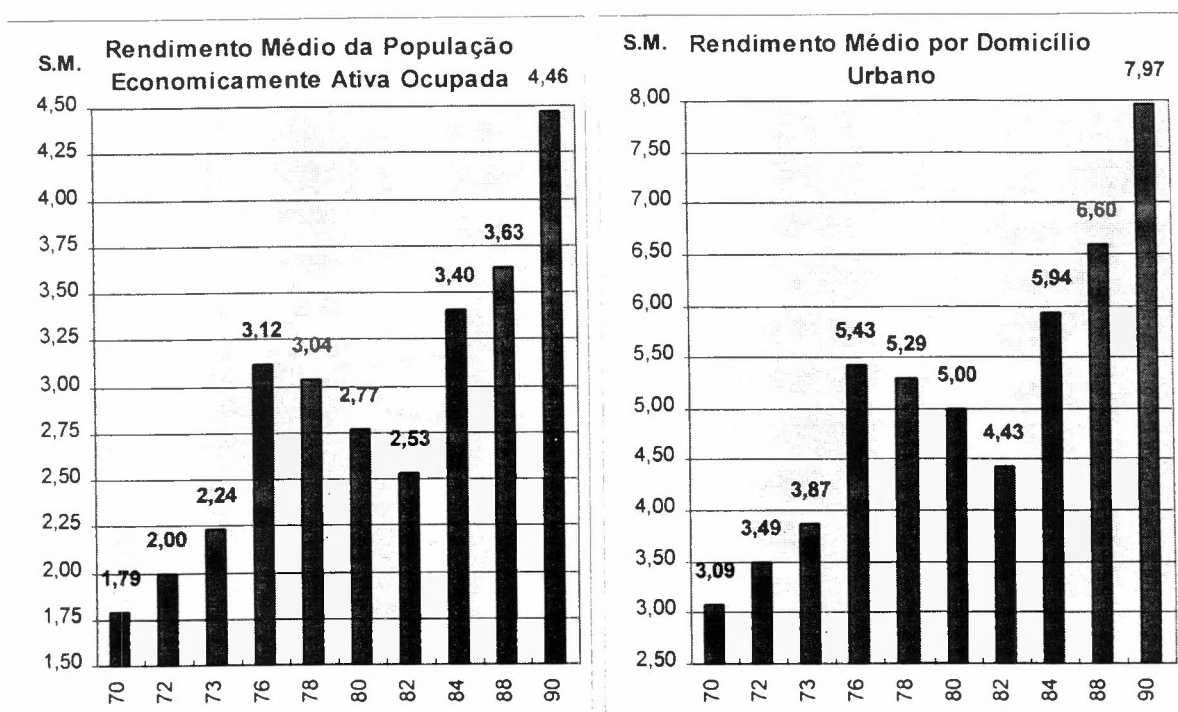


Gráfico 9 : Rendimento médio da população e por domicílio ocupado

- Carga média (CELD) e Horas de uso de eletrodomésticos (HELD): as relações foram obtidas a partir das informações disponíveis nos censos demográficos, pesquisa nacional de amostragem por domicílio e pesquisa de posse de eletrodomésticos e de hábitos de consumo conduzida pelo PROCEL¹¹⁴, demonstradas no quadro 17.

A taxa de atendimento é o resultado da divisão entre o número de ligações residenciais e os domicílios urbanos ocupados.

A percentagem de posse mede a proporção de domicílios ocupados que possuem alguns eletrodomésticos mais usuais, sendo que o item "Condomínios" mede a proporção de apartamentos ocupados que são efetivamente atendidos por elevadores.

A coluna "Watts" especifica a carga média estimada para cada eletrodoméstico, onde no caso dos elevadores foi adotado para fins de cálculo uma unidade com

¹¹⁴ Centrais Elétricas Brasileiras, Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 1989.

capacidade de transporte para sete pessoas a uma altura média de oito andares. É notável a tendência crescente na posse dos diferentes aparelhos, cujo estoque quase atinge o nível de 90% nos domicílios urbanos.

	1970	1980	1984	1988	1990
Casas	561.600	939.241	1.095.331	1.302.826	1.425.125
Apartamentos	24.222	55.268	88.314	139.988	161.755
Total Domicílios	585.822	994.509	1.183.645	1.442.814	1.586.880
Número Ligações	311.797	820.213	1.085.188	1.349.892	1.485.853
Taxa Atendimento	0,53	0,82	0,92	0,94	0,94

		<----- percentagem de posse ----->				
Fonte Elétrica	Watts	1970	1980	1984	1988	1990
Chuveiro	3.800	0,41	0,52	0,64	0,76	0,88
Refrigerador	150	0,41	0,61	0,72	0,81	0,83
Televisor	100	0,36	0,71	0,78	0,85	0,86
Ferro de Passar	1.000	0,35	0,70	0,77	0,83	0,84
Iluminação	240	0,53	0,82	0,92	0,94	0,94
Condomínios	10.000	0,04	0,06	0,07	0,10	0,10

Quadro 17 : Domicílios ocupados e percentagem de posse de eletrodomésticos

A carga média de eletrodomésticos foi obtida do produto entre as colunas anuais da percentagem de posse e a carga média por aparelho em watts, resultando o quadro 18. Esta cresceu em média 2% ao ano durante a década de 70, tendo passado para uma taxa anual de 1,8% na década seguinte.

	1970	1980	1984	1988	1990
Carga Média de Eletrodomésti	2.957	3.602	3.910	4.224	4.291

Quadro 18 : Carga média dos eletrodomésticos

	1970	1980	1984	1988	1990
Consumo Anual Médio / Dom i	1.045	1.277	1.405	1.570	1.697

Quadro 19 : Consumo anual médio de eletricidade por domicílio

As horas ou intensidade de uso resultaram da relação simples entre o consumo anual médio por domicílio do quadro 19 e a carga média instalada do quadro 18, tendo sido obtidas as relações exibidas no quadro 20. Isto significa dizer

que para cada watt do estoque de eletrodomésticos, os domicílios costumavam utilizar em média 353 horas durante o ano. Este número cresceu ligeiramente até atingir 395 horas em 1990, apresentando um crescimento médio anual de 0,56% ao longo das duas décadas.

	1970	1980	1984	1988	1990
Horas de Uso de Eletrodomésticos	353	355	359	372	395

(*) As horas de uso de eletrodomésticos reproduzem um fator ponderado { horas x watts / watts } obtido da relação entre o consumo anual médio por domicílio e a carga média de eletrodomésticos

Quadro 20 : Horas de uso dos eletrodomésticos

MODELO ANALÍTICO DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

Os coeficientes marginais entre as variáveis foram obtidas por meio dos modelos de regressão por equações simultâneas utilizando-se a técnica dos mínimos quadrados indiretos.

Pode-se observar analiticamente que as relações algébricas singulares que ocorrem entre as variáveis constantes no modelo de relacionamento causal obtido da etapa anterior carregam efeitos transitivos, os quais por sua vez causam a correlação indesejada entre resíduos e variáveis dependentes. O procedimento básico está em evitar que ocorra o transporte do resíduo incorporado em algum passo intermediário, pela substituição sucessiva das variáveis endógenas e consequente solução do modelo apenas em função das exógenas, a saber:

Renda pessoal disponível:

$$\text{REND} = a_1 + b_1 \cdot \text{PB/P} \quad [6.1]$$

Domicílios ocupados:

$$\text{DCOD} = a_2 + b_2 \cdot \text{POPU} \quad [6.2]$$

Moradores por domicílio urbano:

$$\text{MO/D} = a_3 + b_3 \cdot \text{DCOC} \quad [6.3]$$

$$MO/D = a_3^* + b_3^* \cdot POPU \quad [6.4]$$

$$a_3^* = a_3 + [a_2 \cdot b_3] \quad , \quad b_3^* = b_2 \cdot b_3 \quad [6.5]$$

Número de ligações residenciais:

$$LRES = a_4 + b_4 \cdot MO/D + c_4 \cdot DCOC \quad [6.6]$$

$$LRES = a_4^* + b_4^* \cdot POPU \quad [6.7]$$

$$a_4^* = a_4 + [b_4 \cdot a_3^*] + [c_4 \cdot a_2] \quad , \quad b_4^* = [b_4 \cdot b_3^*] + [c_4 \cdot b_2] \quad [6.8]$$

Carga média dos eletrodomésticos:

$$CELD = a_5 + b_5 \cdot PELE + c_5 \cdot REND \quad [6.9]$$

$$CELD = a_5^* + b_5^* \cdot PELE + c_5^* \cdot PB/P \quad [6.10]$$

$$a_5^* = a_5 + [c_5 \cdot a_1] \quad , \quad b_5^* = b_5 \quad , \quad c_5^* = c_5 \cdot b_1 \quad [6.11]$$

Horas de uso dos eletrodomésticos:

$$HELD = a_6 + b_6 \cdot PELE + c_6 \cdot REND + d_6 \cdot MO/D \quad [6.12]$$

$$HELD = a_6^* + b_6^* \cdot PELE + c_6^* \cdot PB/P + d_6^* \cdot POPU \quad [6.13]$$

$$a_6^* = a_6 + [c_6 \cdot a_1] + [d_6 \cdot a_3^*] \quad , \quad b_6^* = b_6 \quad , \quad [6.14]$$

$$c_6^* = c_6 \cdot b_1 \quad , \quad d_6^* = d_6 \cdot b_3^*$$

A equação [6.4] representa a relação de segundo estágio de [6.3] substituída a componente endógena DCOC que poderia carregar a componente residual quando estimada em [6.2]. Assim, MO/D resulta dependente apenas da variável exógena POPU sem carregar qualquer efeito transitivo. As modificações nos parâmetros estão especificadas em [6.5], sendo possível o restabelecimento da forma original [6.3], embora desnecessário.

Quanto a endógena LRES apresentada na equação [6.6], ocorre um problema distinto da situação anterior. Uma vez determinada apenas em função de POPU, quando na forma original dependia de MO/D e DCOC, os parâmetros a_4^* e b_4^* podem ser obtidos por mínimos quadrados ordinários, entretanto, retornar para a forma original por substituição algébrica é impraticável, uma vez que resultaram duas equações em [6.8] a três incógnitas: a_4 , b_4 e c_4 . Para resolver este problema é necessário que seja adotado algum método de convergência, utilizando otimização linear, não-linear ou inteira.

As equações para as variáveis CELD e HELD foram modificadas da mesma forma, resultando em relações múltiplas em função unicamente das exógenas PELE e PB/P para ambas, acrescido ainda o efeito da variável POPU em HELD, como substituta de MO/D que carrega influência residual transitiva.

Estimados os modelos segundo as séries históricas disponíveis, os parâmetros resultantes formam uma estrutura dependente apenas das variáveis exógenas, e portanto sem qualquer efeito residual secundário.

$$\begin{array}{ll} \text{REND} = 2,50564 + 0,0015136 \cdot \text{PB/P} & r^2 = 0,74 \quad [6.15] \\ (4,81) \quad (5,56) & \text{se} = 0,71 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{DCOD} = -205,409 + 0,322296 \cdot \text{POPU} & r^2 = 0,94 \quad [6.16] \\ (-2,91) \quad (19,48) & \text{se} = 92,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{MO/D} = 5,325 - 0,00032349 \cdot \text{POPU} & r^2 = 0,97 \quad [6.17] \\ (77,7) \quad (-14,4) & \text{se} = 0,06 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{LRES} = -1761,6 + 0,563471 \cdot \text{POPU} - 244,766 \cdot \text{Dummy} & r^2 = 0,99 \quad [6.18] \\ (-9,67) \quad (24,6) & \text{se} = 50,1 \end{array}$$

$$a_4 = 7516,316, \quad b_4 = -1742,25923, \quad c_4 = -0,00032351 \quad [6.19]$$

$$\text{CELD} = 2857,76 - 0,619524 \cdot \text{PELE} + 0,455548 \cdot \text{PB/P} \quad r^2 = 0,89 \quad [6.20]$$

(22,27) (-1,28) (15,04)

se = 160,0
DW = 0,54

$$\text{HELD} = 323,638 + 0,070675 \cdot \text{PELE} + 0,01454 \cdot \text{PB/P} - 0,00366191 \cdot \text{POPU} \quad r^2 = 0,42 \quad [6.21]$$

(2,96) (0,57) (1,20) (-0,02)

se = 10,1
DW = 0,80

Os resultados em [6.19] foram obtidos por otimização linear, através de uma planilha eletrônica Excel versão 5.0 da Microsoft. Os demais parâmetros originais puderam ser obtidos em [6.5], [6.11] e [6.14] através de simples operações algébricas.

A variável *dummy* incluída na equação LRES foi adotada para compensar o efeito do programa das ligações de baixa renda ocorrido a partir do início da década de 90. Esta aceleração no ritmo das ligações alterou a base, o que se levou a optar pela aplicação do mecanismo da componente binária com a intenção de se preservar a tendência de longo prazo na relação linear.

As equações apresentaram boa qualidade de ajustamento, com altos níveis para os coeficientes “t-Student” e de determinação ajustado, além de baixos valores para o erro padrão. Como exceção fica a relação ajustada para HELD em [6.21], a qual não apresentou resultados satisfatórios, a menos do teste de Durbin-Watson, tendo demonstrado uma eficiência pouco confiável para as declividades. Na ausência de melhor alternativa, entretanto, tal equação será mantida para fins de previsão.

Etapa 6: Estimar as probabilidades marginais e condicionadas

As três variáveis exógenas especificadas pelos painelistas nas etapas de seleção e modelagem dos relacionamentos possuem natureza tendencial. Os anexos 19 a

23 contendo o formulário para preenchimento das probabilidades e um resumo com informações históricas foram encaminhados aos painelistas acompanhados de algumas orientações gerais, dentre as quais destacavam-se as seguintes recomendações:

- de que a soma das chances para cada régua totaliza 100;
- fosse mantida alguma regularidade na intuição das chances, evitando descontinuidades.

As estimativas para cada variável exógena deveriam ser preenchidas como segue:

POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU					
ANO: 2000	VALOR	<6679	6679 - 6759	6759 - 6840	>6840
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	<6842	6842 - 6993	6993 - 7147	>7147
	CHANCE %				

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P					
ANO: 2000	VALOR	<3824	3824 - 4566	4566 - 5125	>5125
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	<3824	3824 - 5293	5293 - 6540	>6540
	CHANCE %				

PREÇO MÉDIO DA ELETRICIDADE - PELE					
ANO: 2000	VALOR	<88	88 - 100	100 - 119	>119
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	<80	80 - 100	100 - 138	>138
	CHANCE %				

Quadro 21 : Régua para preenchimento das probabilidades subjetivas

O resultado após a primeira rodada, tendo participado um total de quinze especialistas, cujas respostas tabuladas podem ser observados no anexo 25. As médias finais foram as seguintes:

ESTIMATIVAS DAS PROBABILIDADES PARA AS FAIXAS DE VALORES DAS VARIÁVEIS EXÓGENAS								
PRIMEIRA RODADA								
POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 6679	6679 - 6759	6759 - 6840	> 6840	< 6842	6842 - 6993	6993 - 7147	> 7147
MÉDIA	2,67	22,20	41,67	33,47	4,33	27,00	42,00	26,67

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 3824	3824 - 4566	4566 - 5125	> 5125	< 3824	3824 - 5293	5293 - 6540	> 6540
MÉDIA	3,20	42,33	46,13	8,33	1,67	44,00	45,20	9,13

PREÇO MÉDIO DE ELETRICIDADE - PELE								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 88	88 - 100	100 - 119	> 119	< 80	80 - 100	100 - 138	> 138
MÉDIA	10,67	28,27	46,73	14,33	3,00	33,67	53,67	9,67

Quadro 22 : Probabilidades subjetivas para as variáveis exógenas - 1a. rodada

Para a segunda rodada, os especialistas tomaram conhecimento do conjunto das respostas, bem como das médias que em última análise definem o formato da distribuição de probabilidades. Sem qualquer restrição eles puderam realizar livremente todas as modificações que julgassem pertinentes; entretanto, o número de revisões apresentado foi pequeno, tendo resultado nas seguintes médias e consequentes probabilidades finais:

ESTIMATIVAS DAS PROBABILIDADES PARA AS FAIXAS DE VALORES DAS VARIÁVEIS EXÓGENAS
SEGUNDA RODADA

POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 6679	6679 - 6759	6759 - 6840	> 6840	< 6842	6842 - 6993	6993 - 7147	> 7147
MÉDIA	2,67	24,20	40,67	32,47	5,00	30,67	39,33	25,00

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 3824	3824 - 4566	4566 - 5125	> 5125	< 3824	3824 - 5293	5293 - 6540	> 6540
MÉDIA	3,20	43,67	43,47	9,67	1,67	44,67	44,20	9,47

PREÇO MÉDIO DE ELETRICIDADE - PELE								
ANO 2000					ANO 2005			
INTERVAL	< 88	88 - 100	100 - 119	> 119	< 80	80 - 100	100 - 138	> 138
MÉDIA	11,00	28,93	45,73	14,33	3,00	33,33	53,67	10,00

Quadro 23 : Probabilidades subjetivas para as variáveis exógenas - 2a. rodada

As estimativas para a população estadual urbana apresentaram uma forte assimetria negativa, à esquerda. Se for considerado que 6759 e 6993 refletem a tendência histórica para os anos 2000 e 2005, e que poderiam portanto serem boas medianas para as estimativas, o fato de quase 75% das possibilidades se situarem acima destes valores denota uma expectativa importante dos especialistas quanto a um possível crescimento significativo da concentração urbana, que caso venha a ocorrer, será certamente por força de movimentos imigratórios.

Em relação ao produto per capita, a distribuição final foi aproximadamente simétrica, tendo apresentado um pequeno desvio à esquerda. Há uma grande proporção de estimativas localizadas na região próxima da mediana, o que reforça

as chances de que os incrementos no PB/P continuem a seguir as mesmas taxas do passado, as quais foram bastante expressivas.

O preço médio da eletricidade apresentou assimetria à esquerda. Se considerarmos que o centro da régua apresenta uma tendência de estabilização dos preços, a maioria dos entrevistados acha que há chances significativas de que venha a ocorrer algum aumento, de no máximo 19% nos próximos cinco anos e 38% até o ano 2005 contados a partir de 1995. Dentre os principais motivos, os custos crescentes nos futuros aproveitamentos de geração e na transmissão em alta tensão, e o atual baixo índice de remuneração, foram os mais citados pelos especialistas.

Etapa 7: Refinar as probabilidades

Neste ponto se obtém as estimativas finais e distribuições das probabilidades para as variáveis endógenas. Os resultados das pesquisas para as variáveis exógenas são aplicados sobre as relações lineares definidas na quinta etapa.

Número de ligações residenciais - LRES:

$$\text{LRES} = -1761,6 + 0,563471 \cdot \text{POPU} - 244,766 \cdot \text{Dummy} \qquad [6.22]$$

Adotada a variável dummy igual a 1,0, para LRES as estimativas são:

Ano 2000

Intervalo	< 2002	2002-2047	2047-2093	> 2093
Probabilidade	2,67	24,20	40,66	32,47

Ano 2005

Intervalo	< 2094	2094-2179	2179-2266	> 2266
Probabilidade	5,00	30,67	39,34	25,00

Quadro 24 : Distribuições de probabilidades para as ligações residenciais

Carga de eletrodomésticos - CELD:

$$CELD = 2857,76 - 0,619524 \cdot PELE + 0,455548 \cdot PB/P \quad [6.23]$$

Ano 2000

Intervalo	< 4500	4500-4876	4876-5119	> 5119
Probabilidade	3,20	49,90	38,62	8,28

Ano 2005

Intervalo	< 4500	4500-5207	5207-5752	> 5752
Probabilidade	1,67	49,09	39,78	9,47

Quadro 25 : Distribuições de probabilidades para a carga de eletrodomésticos

Horas de uso de eletrodomésticos - HELD:

$$HELD = 323,638 + 0,070675 \cdot PELE + 0,01454 \cdot PB/P - 0,00366191 \cdot POPU \quad [6.24]$$

Ano 2000

Intervalo	< 361	361-373	373-382	> 382
Probabilidade	7,54	56,68	34,39	1,39

Ano 2005

Intervalo	< 361	361-384	384-404	> 404
Probabilidade	1,95	60,45	36,67	0,95

Quadro 26 : Distribuições de probabilidades p/ horas de uso de eletrodomésticos

Consumo médio por consumidor - CM/C

$$CM/C = CELD \cdot HELD / 1000 \text{ (em kWh / ano)} \quad [6.25]$$

Ano 2000

Intervalo	< 1638	1638-1819	1819-1955	> 1955
Probabilidade	6,96	70,94	21,98	0,12

Ano 2005

Intervalo	< 1643	1643-1999	1999-2324	> 2324
Probabilidade	2,00	73,59	24,35	0,09

Quadro 27 : Distribuições de probabilidades do consumo médio por consumidor

Consumo residencial de eletricidade - CRES

$$CRES = CM/C \cdot LRES / 1000 \text{ (em MWh / ano)} \quad [6.26]$$

Ano 2000

Intervalo	< 3279	3279-3723	3723-4092	> 4092
Probabilidade	8,85	74,95	16,16	0,04

Ano 2005

Intervalo	< 3440	3440-4356	4356-5266	> 5266
Probabilidade	5,68	78,6	15,73	0,02

Quadro 28: Distribuições de probabilidades para o consumo residencial

Etapa 8: Selecionar os cenários

Ao se optar pela técnica dos metacenários, todo o desenvolvimento das alternativas levou em conta a subdivisão em grandes intervalos e o espaço amostral das possibilidades. Os cenários já se configuraram na etapa de previsão subjetiva das variáveis exógenas, sendo conectados às variáveis endógenas por meio de um processo de modelagem e estimação das relações lineares.

Cenário 1

Ano 2000 : consumo inferior a 3279 MWh - probabilidade: 8,85%

Ano 2005 : consumo inferior a 3440 MWh - probabilidade : 5,68%

Cenário 2

Ano 2000 : consumo entre 3279 e 3723 MWh - probabilidade: 74,95%

Ano 2005 : consumo entre 3440 e 4356 MWh - probabilidade : 78,60%

Cenário 3

Ano 2000 : consumo entre 3723 e 4092 MWh - probabilidade: 16,16%

Ano 2005 : consumo entre 4356 e 5266 MWh - probabilidade : 15,73%

Cenário 4

Ano 2000 : consumo superior a 4092 MWh - probabilidade: 0,04%

Ano 2005 : consumo superior a 5266 MWh - probabilidade : 0,02%

Etapa 9: Batizar os cenários e elaborar narrativas

Cenário 1: retração

Situação provável para o caso em que o consumo médio CM/C se situe abaixo da tendência histórica. A variável exógena que mais afeta esta situação é o PIB per capita, o qual possui chances quase nulas de que não venha a apresentar alguma taxa de crescimento, não descartada entretanto a possibilidade de que estas venham a ser inferiores às médias do passado. O ritmo das ligações residenciais tende a ser mais lento, ocasionado pela retração no crescimento populacional,

decorrente dos menores índices imigratórios. Neste cenário é prevista ainda a redução na propensão ao consumo pelo aumento do preço médio da eletricidade.

Cenário 2: crescimento mais provável ou livre de surpresas

Qualquer das três situações a seguir mencionadas configurarão esta alternativa:

(i) quando ocorre uma taxa de crescimento inferior às médias históricas, seja no consumo médio por consumidor residencial ou na quantidade de ligações. Neste caso, se o PIB per capita for baixo, um crescimento significativo na taxa populacional causará um efeito compensatório em sentido contrário não permitindo que o mercado se reduza significativamente; (ii) o caso análogo, quando a população não aumenta conforme o esperado, mas o efeito é compensado por um crescimento significativo do PIB per capita; (iii) quando ambas variáveis apresentam variações ligeiramente inferiores às esperadas pela tendência histórica. O preço da eletricidade se mantém estável para todas as situações.

Cenário 3: crescimento agressivo

São três as possibilidades para ocorrência deste cenário: (i) o PIB crescer acima das médias históricas e a população manter a mesma tendência, fazendo com que o consumo suba empurrado pela carga e intensidade de uso dos eletrodomésticos; (ii) a população aumentar significativamente, as taxas de crescimento do PIB se manterem estáveis, e o número crescente de ligações elevar o consumo acima da média histórica; (iii) ambas variáveis aumentarem um pouco acima da média, trazendo reflexo sobre o consumo. Neste cenário o preço da eletricidade exerce pouca influência.

Cenário 4: crescimento explosivo

Todas as variáveis são favoráveis ao aumento no consumo. O PIB per capita cresce aumentando significativamente a carga média de eletrodomésticos e a intensidade de uso. A taxa populacional se comporta acima da tendência histórica impulsionada por forte movimento migratório. O preço médio da eletricidade se reduz mais ainda, aumentando a propensão ao consumo.

CONCLUSÃO

Como foi observado no capítulo “Cenários: Tipologia e Metodologia”, são vários os métodos disponíveis para se obter futuros alternativos. Seja qual for aquele adotado, o valor agregado que este procedimento traz ao planejamento empresarial, nas suas diferentes formas, é inquestionável. A importância de um método de previsão não está no seu grau de acerto, que dependendo do referencial pode ser excelente em determinado período mas grotesco em outro, mas sim na transparência dos seus pressupostos, na robustez da sua malha de causalidade e no grau de envolvimento e interação que este demanda dos diferentes profissionais dentro e fora da instituição.

A experiência em vislumbrar uma metodologia e aplicá-la na prática é um ato que vale algumas reflexões. Com relação a proposta metodológica, há o desafio de identificar as características favoráveis dentre as várias técnicas e adequá-las ao contexto social ou empresarial desejado. Sobra muito pouco espaço para a inovação; as evoluções no campo da modelagem e técnicas de previsão tem sido incrementais e muitas das alternativas têm se revelado pouco adequadas para o planejamento, na maioria das vezes por demandarem grande volume de informações. As áreas que possibilitam o exercício de alguma criatividade são as de estimativa subjetiva, intuição e julgamento coletivo, que se tornam particularmente atraentes quando utilizadas de maneira complementar às técnicas quantitativas adotadas pelos modelos estruturais.

A tarefa de realizar um trabalho de modelagem com a participação coletiva é uma experiência bem distinta, pois requisita do coordenador não apenas o conhecimento técnico, mas ainda alguns atributos muitas vezes pouco desenvolvidos nos profissionais, tais como a facilidade de relacionamento e habilidade de negociação.

O primeiro passo importante está na seleção dos especialistas. Procedimento bastante delicado que, caso bem conduzido, resulta numa equipe comprometida com os resultados do trabalho. Neste caso pode-se dizer que houve uma mistura de cautela e sorte. O grupo atuou bastante motivado, preencheu os seis questionários dentro do prazo, e apresentou domínio suficiente sobre as questões, a tal ponto que assegurou uma consistência razoável entre as expectativas sobre o contexto futuro geral e as situações específicas.

Tornou-se claro que a associação do potencial dos cenários, em conjunto com as estimativas subjetivas dos especialistas, possui a capacidade de oferecer idéias novas e plausíveis. Estas viabilizam a geração de alternativas que possuem grande quantidade de informações, transparência nos pressupostos e apresentam uma malha de causalidade simples e consistente. É fácil de entender o modelo e interferir nos seus resultados quando necessário, reforçando assim a racionalidade no processo decisório.

Parece interessante que muitas vezes os extremos não se constituem na melhor opção. Entre as possibilidades de análise essencialmente subjetivas e as objetivas, o meio termo se revelou bastante prático e conferiu mais equilíbrio ao estudo. Se por um lado as técnicas econométricas de equações simultâneas conferem uma base analítica para as estimativas causais, por outro as pesquisas subjetivas atuam de modo complementar aos procedimentos de seleção e identificação, e definem as distribuições de probabilidades. Um ponto positivo decorrente desta prática, além daqueles já mencionados, é o poder de intervenção que os especialistas passam a exercer sobre os resultados do modelo, pela via das chances de ocorrência, enfatizando a intuição em substituição a repetição.

Por último, pode-se concluir que não há limites para a imaginação. Quando são extraídas as percepções de um painalista, se obtém na realidade o substrato de longos anos de experiência, cujo processo de formação determinou interrelações

entre pressupostos e equações tão dinâmicas e intrincadas que seria impossível exprimi-las na forma analítica. O resultado de tudo isto vem na forma da intuição sobre uma probabilidade ou um grau de relação entre duas variáveis. Quando tratadas coletivamente, explicitam as variabilidades de atitude e comportamento. É mais fácil aceitar tais estimativas, pois além de incorporar fatos novos carregam expectativas implícitas. As percepções virtualmente eliminam qualquer barreira pela falta de dados, funcionando bem no lançamento de novos produtos, mercados ainda não explorados, complementam variáveis com informação escassa ou pouco confiável e se aplicam a todas as situações onde a criatividade é um atributo importante. Tal vantagem jamais pode ser abandonada, a participação cria a cumplicidade, fortalece o comprometimento, e simplifica as etapas posteriores ao trabalho da previsão.

BIBLIOGRAFIAS

- Amara, Roy & Lipinski, A., Business Planning for an Uncertain Future, Scenarios & Strategies, Pergamon, 1983.
- Anastasi, A., Psychological Testing, MacMillan Publishing , 1976, Chap.5.
- Armstrong, J.S., Long-Range Planning: From Crystal Ball to Computer, Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, 1985, pg. 100.
- Beck, P.W., Corporate Planning for an Uncertain Future, Long Range Planning, v.15, n.4, 1982, pg.12-21.
- Becker, H.S., Scenarios - A Tool of Growing Importance to Policy Analysts in Government and Industry, Technological Forecasting and Social Change, vol.23, 1983, pg. 95-120.
- Bloom, M.F., Time-Dependent Event Cross-Impact Analysis: Results from a New Model, Technological Forecasting and Social Change, 10, 1977, pg.181-201.
- Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden Day, San Francisco, 1970.
- Broekstra, G., Constraint analysis and structure identification, Annals of Systems Research, vol.5, pp.67-80, 1976.
- Brown, R.G. Smoothing Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Prentice-Hall, Englewood Cliff, 1963.
- Brown, R.G., Statistical Forecasting for Inventory Control, Mc-Graw-Hill, New York, 1959.
- Burman, J.P, Seasonal Adjustment - A Survey, TIMS Studies in Management Sciences, v. 12, North Holland, 1979, pg.45-57.
- Cavalo, R.E., Reconstructability analysis of multidimensional relations: a theoretical basis for computer-aided determination of acceptable system models, International Journal of General Systems, vol.5, n.3, pp.43-171, 1979.
- Centrais Elétricas Brasileiras , Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 1989.
- Chateau, B. e Lapillone, B., La Prévision à Long Terme de la Demande d'Energie: Essai de Renouvellement des Méthodes, Thèse de 3e cycle, Institut Économique et Juridique de l'Université de Grenoble, 1977.

- Coyle, R.G., Some Empirical Evidence on the Application of Industrial Dynamics, in Systems and Management Annual 1975, Churchman, C.W. ed., Petrocelli/Charter Inc, 1975, pp. 151-170.
- Dantzig, G., Linear Programming and Extensions, Princeton University Press, Princeton, 1963.
- Duesenberry, J.S., Fromm, G, Klein, L.R. and Kuh, E., eds., The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States Economy, Rand McNally, 1965.
- Duperrin, J.C. & Godet, M., SMIC 74 - A Method for Constructing and Ranking Scenarios, Futures, vol.7, n.4, 1975.
- Durand, J., A New Method for Constructing Scenarios, Futures, 4, Dec/1972, pg.325-330.
- Edesess, M. & Hambrecht, G.A., Scenario Forecasting: Necessity, Not Choice, The Journal of Portfolio Management, Spring-1980, pg.10-15.
- Ehrlich, P., Energia e Empresa: Os Dilemas da Conservação de Energia, Revista de Administração de Empresas, v.21, n.4, Out-Dez/81.
- Evans, M.K. e Klein, L.R., The Wharton Econometric Forecasting Model, University of Pennsylvania, Philadelphia, 1967.
- Evans, M.K., Macroeconomic Activity: Theory, Forecasting and Control, Harper and Row, 1969.
- Forrester, J.W., Industrial Dynamics, MIT Press, 1961.
- Forrester, J.W., Principles of Systems, Cambridge, Wright-Allen Press, 1972.
- Friend, I. e Taubman, P., A Short-Term Forecasting Model, Review of Economics and Statistics, 46, 1964, pg.229-236.
- Gershuny, J., The Choice of Scenarios, Futures, vol.8, Dec/1976, pg.496-508.
- Godet, M., Reducing the Blunders in Forecasting, Futures, 15, Jun/1983, pg.181-192.
- Godet, M., Scenarios of Air Transport Development to 1990 by SMIC 74 - A New Cross-Impact Method, Technological Forecasting and Social Change, vol.9, 1976, pg.279-288.
- Gordon, T.J. & Becker, H.S. & Gerjuoy, H., Trend Impact Analysis: A New Forecasting Tool, The Futures Group, Glastonbury, Connecticut, 1974.
- Granville, W.A. & Longley, P.F.S., Elementos de Cálculo Diferencial e Integral, Editora Científica, 1956, pp. 559-563.
- Hammond, J.S., Better Decisions with Preference Theory, Harvard Business Review, Nov-Dec, 1967, pg.123-141.
- Hegenberg, L., Lógica, Simbolização e Dedução, EDUSP, 1975.

Helmer, O. & Rescher, N., On the Epistemology of the Inexact Sciences, Management Science, vol.6, n.1, 1959.

Helmer, Olaf, Analysis of the Future: The Delphi Method, in Technological Forecasting for Industry and Government, Ed: James Bright, Prentice-Hall, 1968, pp.116-133.

Hogarth, R.M., Cognitive Processes and the Assessment of Subjective Probability Distributions, Journal of the American Statistical Association, 70, 1975, pg. 271-289.

Holt, C.C., Forecasting Seasonal and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages, Office of Naval Research, Research Memorandum n.52, 1957.

International Atomic Energy Agency, Model for Analysis of Energy Demand: Maed-1 Version, User's Manual, IAEA TecDoc-386, Vienna, 1983.

Johnston, J., Métodos Econométricos, Atlas, São Paulo, 1971, pg.210-217.

Juster, F.T., Consumer Buying Intentions and Purchase Probability: An Experiment in Survey Design, Journal of the American Statistical Association, 61, 1966, pg.658-696.

Kahn, H. & Wiener, A.J., O Ano 2000, Melhoramentos, 1967.

Kane, J., A Primer for a New Cross-Impact Language - KSIM, Technological Forecasting and Social Change, 4, 1972, pg.129-142.

Kelly, P., Further Comments on Cross-Impact Analysis, Futures, 8, 1976, pg.341-345.

Khazzoom, J.D., An Application of the Concepts of Free and Captive Demand to Estimating and Simulating of Energy Demand in Canada, in International Studies of the Demand for Energy, William D. Nordhaus ed., North-Holland, 1977, pg.115-136.

Klein, L.R. e Goldberger, A.S., An Econometric Model of the United States: 1929-1952, North-Holland, 1955.

Klein, L.R., An Introduction to Econometrics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1962.

Klein, L.R., Essays in Industrial Econometrics, University of Pennsylvania, Philadelphia, 1971, vol.1-3.

Lapillone, B., Medee-2: A Model for Long Term Energy Demand Evaluation, International Institute for Applied Systems Analysis, Rep.RR-78-17, Laxenburg, Austria, 1978.

Leidecker, J.K. e Bruno, A.V., Identifying and Using Critical Success Factors, Long Range Planning, 17, 1984, pg. 23-32.

Leontief, W.W., Input-Output Economics, Oxford University Press, NY, 1966.

- Leontief, W.W., The Structure of American Economy, 1913-1931, Oxford University Press, NY, 1951.
- Linneman, R.E. & Klein, H., The Use of Multiple Scenarios by US Industrial Companies, Long Range Planning, 12, Feb/1979, pg.83-90.
- Linneman, R.E. & Klein, H., The Use of Scenarios in Corporate Planning - Eight Case Histories, Long Range Planning, 14, 1981, pg.69-77.
- Lipinski, H. & Tydeman, J., Cross-Impact Analysis: Extended KSIM, Futures, April/1979, pg.151-154.
- Lucas, Luiz Paulo Vellozo Lucas, Cinco Anos de Cenários no BNDES, Artigo Não-Publicado, BNDES, 1989.
- Makridakis, S. e Wheelwright, S.C., Forecasting: Methods and Applications, John Wiley & Sons, 1978, pg.566.
- Makridakis, S., If We Cannot Forecast, How We Can Plan?, Long Range Planning, 14, 1981, pg.10-20.
- Mason, R.O, A Dialectical Approach to Strategic Planning, Management Science, vol.15-B, n.8, 1969, pg. 403-414.
- McLaughlin, R.L., Time Series Forecasting, Marketing Research Technique, Series n.6, American Marketing Association, 1962.
- Millet, S.M., Battelle's Scenario Analysis of a European High-Tech Market, Planning Review, Mar-Apr/1992, pg.20-23.
- Mitchell, R.B. & Tydeman, J., A Further Comment on SMIC 74, Futures, 8, 1976, pg.340-341.
- Mitchell, R.B. & Tydeman, J., A Note on SMIC 74, Futures, 8, 1976, pg.64-67.
- Mitchell, R.B., Tydeman, J., Curnow, R., Scenarios Generation: Limitations and Developments in Cross-Impact Analysis, Futures, 9, 1977, pg.205-215.
- Mitchell, R.B. & Tydeman, J., Subjective Conditional Probability Modelling, Technological Forecasting and Social Change, 11, 1978, pg.133-152.
- Mitchell, R.B., Tydeman, J., Georgiades, J., Structuring the Future - Application of a Scenario-Generation Procedure, Technological Forecasting and Social Change, 14, 1979, pg. 410-414.
- Mitchell, W.C. & Burns, A.F., Measuring Business Cycles, National Bureau of Economic Research, 1946.

- Mitchell, W.C. & Burns, A.F., Statistical Indicators of Cyclical Revivals, National Bureau of Economic Research, Occasional Paper 69, 1938,
- Mitroff, I.I & Turoff, M., The Whys behind the Hows, IEEE Spectrum, 1973, pg.62-71.
- Nair, K. & Sarin, R.K., Generating Future Scenarios, Their Use in Strategic Planning, Long Range Planning, vol.12, Jun/79.
- Parameswaran, R., et.al., Measuring reliability: a comparasion of alternative techniques, Journal of Marketing Research, Feb/1979, 18-25,
- Pequeno Dicionário Enciclopédico Koogan Larousse, 1979, ed. Larousse, pg.334.
- Piaget, Jean, Ensaio de Lógica Operatória, EDUSP, 1976.
- Raiffa, H., Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty, Addison-Wesley, 1968.
- Ribas, J.R., Uma Técnica para Modelagem de Cenários Consistentes na Previsão da Demanda por Energia Elétrica, Dissertação de Mestrado Não-Publicada, EAESP/FGV, 1986.
- Rothman, J., Formulation of an Index of Propensity to Buy, Journal of Marketing Research, 1, 1964, pg.21-25.
- Sackman, H., Delphi Critique, Lexington Books, D.C.Heath and Co, 1975
- Sarma, K.S., An Input-Output Econometric Model, IBM Systems, n.4, 1977, pg. 398-421.
- Schlaifer, R.O., Analysis of Decisions Under Uncertainty, Mc-Graw Hill, 1968.
- Schnaars, S.P., How to Develop and Use Scenarios, Long Range Planning, vol.20, n.1, 1987, pg.105-114.
- Shiskin, J., Electronic Computers and Business Indicators, National Bureau of Economic Research, Occasional Paper 57, 1957,
- Shiskin, J., Young, A.H., Musgrave, J.C., The X-11 Variant of the Census II Method Seasonal Adjustment Program, Bureau of the Census, Technical Paper nº 15, 1961.
- Stover, J. & Gordon, T.J., Using Perceptions and Data about the Future to Improve Simulation of Complex Systems, Technological Forecasting and Social Change, 1976.
- Theil, H., Applied Economic Forecasting, North Holland Publishing, Amsterdam, 1966, pg.26-32.
- Tiao, G.C. e Box, G.E.P., Modeling Multiple Time Series with Applications, Journal of the American Statistical Association, v.76, Dec/1981, pg. 802-816.

- Turoff, M., The Policy Delphi in Linstone, H.A. & Turoff, M. (ed), The Delphi Method: Techniques and Applications, Addison-Wesley, 1975, pg. 84-101.
- Vanston Jr, J.H., Frisbie, W.P., Lopreato, S.C. e Poston Jr, D.L., Alternate Scenario Planning, Technological Forecasting and Social Change, 10, 1977, pg. 159-180.
- Vickers, B., Using GDSS to Examine the Future European Automobile Industry, Futures, 24, 1992.
- Wakeland, W., QSIM2: A Low-Budget Heuristic Approach to Modeling and Forecasting, Technological Forecasting and Social Change, 9, 1976.
- Webster's II - New Riverside Pocket Dictionary
- Widrow, B., Adaptive Filters I: Fundamental, Stanford University Technical Report n° 67 64-6, Systems Theory Laboratory, 1966.
- Winters, P.R., Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, Management Science, vol.6, 1960.
- Wise, G., The Accuracy of Technological Forecasts, 1890-1940, Futures, 8, 1976.
- Wykstra, R.A., Introductory Economics, Harper & Row, 1980.
- Zentner, R.D., Scenarios, Past, Present and Future, Long Range Planning, vol.15, n.3, 1982.
- Zwicky, F., Morphology of Propulsive Power, Monographs on Morphological Research, California, Society for Mophological Research, 1962.



COPEL

MENSAGEM - MEG

NUMERO / NUMBER

☐ TELEX☐ TELEGRAMA☒ FAX

DATA / DATE

05/05/95

PARA / TO

Dr «NOME»

Nº TELEX / FAX

AT / ATT

«EMPRESA»

«FAX»

CIDADE / CITY

PAÍS / COUNTRY

DE / FROM

José Roberto RIBAS - COPEL

TOTAL DE PAGINAS, INCLUSIVE ESTA

TOTAL NUMBER OF PAGES, INCLUDING THIS COVER SHEET

NOTA: Havendo problemas na recepção, chamar / NOTE: In case of any problem concerning reception, please call FAX:

MENSAGEM / MESSAGE

Dr «NOME»

O presente questionário tem por objetivo realizar um survey sobre os procedimentos de previsão de mercado no setor elétrico, cujos resultados farão parte de uma tese de doutoramento a ser defendida na EAESP/FGV.

O trabalho está sendo supervisionado pela ELETROBRÁS, na pessoa do Dr Carlos Alberto de Carvalho Afonso, coordenador do CTEM.

Peço a gentileza de completar todas as informações e retorná-las para o Fax (041) 331-3275 até o dia 20 de Maio de 1995.

Os resultados da pesquisa serão enviados para V. Sa. assim que esta for concluída.

Agradeço antecipadamente por vossas providências.

O sucesso desta pesquisa dependa da vossa colaboração!

Atenciosamente,

José Roberto Ribas

FAX - (041) 331-3275

Fone - (041) 222-9008 e 322-3535 ramal 4715

COPEL 113870 - 7 (01) ESTOQUE

Companhia Paranaense de Energia - COPEL Rua Cel. Duclício, 800 Fone 322-3535 CP 318 Telex 415286 e 416147 Fax (041) 225-3679 CEP 80420-170 CURITIBA - PARANA - BRASIL

INVESTIGAÇÃO SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA ELÉTRICA NA PREVISÃO DO MERCADO DE ELETRICIDADE

OBJETIVO: O presente questionário é parte integrante de um trabalho monográfico para tese de doutoramento na Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas - EAESP/FGV, com o objetivo básico de propor uma metodologia, dentre as várias já disponíveis, que pode atuar como técnica complementar na tarefa de previsão do mercado de energia elétrica, ora realizado pelas áreas de planejamento das concessionárias de energia elétrica.

SUPERVISÃO: Estará ocorrendo durante e após o desenvolvimento deste trabalho pela ELETROBRÁS, na pessoa do sr. Carlos Alberto de Carvalho Afonso, e pela banca de orientação monográfica da EAESP/FGV.

SUA PARTICIPAÇÃO: Imprescindível para os propósitos que o trabalho se propõe a pesquisar. Com suas respostas e parecer, será possível estruturar um *survey* que deverá descrever como funciona a prática de previsão do mercado no setor elétrico brasileiro. E o que é mais importante, definirá se a contribuição proposta pela presente monografia será ou não efetiva para algumas concessionárias.

RETORNO: Todos os resultados obtidos na tabulação dos questionários serão retornados aos participantes, bem como serão informados da apresentação do trabalho monográfico.

SIGILO: Para resguardar o direito de sigilo das informações, a fonte das respostas somente poderá ser identificada em eventuais comentários com a prévia autorização, fornecida em campo próprio, pelo respondente do questionário.

ENVIO: Os questionários serão enviados por FAX e CORREIO simultaneamente, e poderão ser retornados do mesmo modo. Para o seguinte destino:

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL
COORDENAÇÃO DE MARKETING E COMUNICAÇÃO SOCIAL
at. JOSÉ ROBERTO RIBAS
rua Coronel Dulcídio nº. 800, 10º andar
80420-170 - Curitiba - PR
Fone: (041) 222-9008, 225-1584, 322-3535 rama 4715
Fax: (041) 331-3275

PRAZO: Este é o ponto mais delicado do processo. O prazo é relativamente curto, por estar interligado com o cronograma de realização do restante da monografia. Solicito encarecidamente o envio das postagens ou fax até o dia 20 de Maio do corrente ano.

QUESTIONÁRIO

Em poucas perguntas, procurar-se-á identificar quais tem sido os métodos comumente utilizados pelas concessionárias na tarefa de estimar a demanda por eletricidade. Você deverá responder a um questionário com perguntas diretas, evitando deixar alguma questão sem resposta. Caso tenha alguma dúvida, não hesite em contactar o pesquisador pelos telefones especificados anteriormente.

PERGUNTA 01 - ESTATÍSTICAS DA EMPRESA

MERCADO DA EMPRESA NO ANO DE 1994 (MWh):		
FORNECIMENTO - Industrial [Residencial [Total [
SUPRIMENTO - Distribuidoras [
Sistema Interligado [
PERDAS [

DISPONIBILIDADE DA EMPRESA NO ANO DE 1994 (MWh)	
Geração Própria []	Compras em Grosso []

PERGUNTA 02 - NÍVEL DE DESAGREGAÇÃO

Os modelos de previsão adotados pela sua área de estudos de mercado costumam ser globais:

Quanto a fonte de energia - Primeiro estimam-se os requisitos globais de energia, sendo a partir de então obtida a previsão de energia elétrica: [] SIM [] NÃO

Quanto a área geográfica - Primeiro estima-se o consumo nacional, ou da região (Sul, Sudeste, ...), sendo em seguida obtida a previsão para a área de concessão: [] SIM [] NÃO

PERGUNTA 03 - HORIZONTE

Em termos de horizonte de previsão, quais são os períodos de tempo que você costuma prever (marque quantos julgar necessário):

[] 01 ano [] 05 anos [] 10 anos [] 15 anos [] 20 anos [] acima de 20 anos

PERGUNTA 04 - MÉTODO

Marque as metodologias de previsão de mercado, e a frequência em que você costuma utilizar. A lista contém apenas os casos mais comuns, não sendo portanto exaustiva. Caso utilize uma metodologia não apresentada, tente identificar em qual agrupamento ela mais se ajusta, marcando a seguir a frequência de utilização. Em não encontrando similar, listar no agrupamento "Outros" com a denominação mais usual.

METODOLOGIA (se uma das técnicas estiver identificada)	SEMPRE	AS VEZES	RARAMENTE	NUNCA
Séries Temporais I - extrapolação por tendências, taxas de crescimento, médias móveis				
Séries Temporais II - amortecimento exponencial, métodos de decomposição, média móvel centrada, Holt-Winters				
Séries Temporais III - filtragem adaptativa, bayesianos, auto-regressivos, Box & Jenkins				
Causais I - regressão a uma variável, lineares e não-lineares				
Causais II - regressão múltipla, variáveis defasadas				
Causais III - equações simultâneas, input-output, KLEM				
Qualitativos I - Delphi (Delfus), analogia histórica, indicadores principais, indicadores emparelhados, cenários descritivos				
Qualitativos II - probabilidades subjetivas, árvores de decisão, curvas S, análise morfológica, árvores de relevância				
Qualitativos III - impactos cruzados, QSIM, KSIM, modelagem causal, cenários quantitativos, simulação				

Coeficientes Estruturais - MEDEE, MEDEE-2, WASP, MAED				
Outros (especificar)				

PERGUNTA 05 - EQUIPE

Como participam os recursos humanos em sua organização, para fins de execução dos modelos e obtenção das previsões (marque aquelas situações que ocorrem regularmente):

EQUIPE	envolvimento constante	pouco envolvimento	nenhum envolvimento
Grupo da área de estudos de mercado até 03 pessoas			
Grupo da área de estudos, com mais de 03 pessoas			
Comitê interdepartamental, participam outras áreas			
Comitê empresarial, participam outras entidades externas			
Apoio de instituições de ensino ou consultoria externa			

PERGUNTA 06 - DADOS

Quais tipos de informações que você costuma utilizar nos trabalhos de previsão (marque aquelas que ocorrem normalmente):

a) Quanto a frequência:

FONTE	SEMPRE	AS VEZES	RARAMENTE	NUNCA
Dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão				
Dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa				
Pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais				
Pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão				
Informações sobre energias alternativas junto a agências de energia				
Dados setoriais junto às entidades de classe industriais				
Pesquisas por julgamento junto a especialistas				

b) Quanto a qualidade:

FONTE	BOA QUALIDADE	MÁ QUALIDADE	INDISPONÍVEL
Dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão			
Dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa			
Pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais			
Pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão			
Informações sobre energias alternativas junto a agências de energia			
Dados setoriais junto às entidades de classe industriais			
Pesquisas por julgamento junto a especialistas			

PERGUNTA 07 - VARIÁVEIS UTILIZADAS

Selecione as variáveis que você costuma utilizar nesta lista com alguns exemplos, segundo a frequência:

VARIÁVEL	MUITO UTILIZADA	AS VEZES UTILIZADA	NUNCA UTILIZADA
Produto Interno Bruto nacional			
Produto Interno Bruto Regional			
População nacional			
População regional			
Preço da eletricidade para diferentes classes			
Preços de outras fontes			
Participações de eletrodomésticos no setor residencial			
Condicionamento do ar no setor comercial			
Renda pessoal disponível			
Habitantes e/ou metragem por residência			
Tratamento isolado dos grandes consumidores industriais			

Tratamento isolado dos grandes consumidores comerciais			
Produção industrial por segmento de atividade			
Coefficientes de eficiência energética no residencial e comercial			
Tipo de utilização energética industrial (motriz, geração de calor,...)			
Variáveis elétricas históricas (nº consumidores, consumo,...)			
Índices de impacto devido a conservação			
Probabilidades subjetivas			

Caso você deseje fazer algum comentário adicional ou alguma questão, eu terei imenso prazer em responder. Neste caso, escreva no espaço a seguir:

Você autoriza que as informações constantes desta pesquisa possam vir a ser utilizadas como referência no trabalho monográfico, sendo citada a fonte? ☐ SIM ☐ NÃO

Senhor representante no CTEM, agradeço antecipadamente pela sua dedicação e tempo dispendido nas tarefas de responder e retornar o questionário. Fique certo de que o resultado desta pesquisa será extremamente importante para a monografia ora em desenvolvimento, e que sem sua valiosa colaboração, algumas constatações correriam o risco de estarem viesadas ou incompletas.

José Roberto Ribas
10 de Maio de 1995

**MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MWh DAS CONCESSIONÁRIAS PARTICIPANTES DA
PESQUISA - ANO BASE 1994**

EMPRESAS	FORNECIM. TOTAL	SUPRIMENTO TOTAL	PERDAS	GERAÇÃO PRÓPRIA	COMPRAS EM GROSSO
Centrais Elétricas de Goiás SA	4.287.924	76.431	924.266	3.684.662	1.604.428
Centrais Elétricas de Rondônia SA	592.551		173.182	310.805	454.938
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA				22.779.078	2.172.880
Centrais Elétricas do Pará SA	2.310.976	10.906	967.975	380.539	2.909.318
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	228.404	15.379.572	1.355.973	14.946.137	
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	1.755.176	1.481.953	611.761	455.864	1.914.390
Companhia de Eletricidade da Bahia	7.042.957	41	1.247.559	129.260	8.161.256
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	8.073.660	131.395	702.943	373.225	8.534.773
Companhia de Eletricidade de São Paulo	8.949.405	77.489.428	3.073.858	49.801.576	39.711.778
Companhia de Eletricidade do Acre	202.720		48.576	57.098	197.053
Companhia de Eletricidade do Amapá	209.737		32.959	17.624	325.696
Companhia Energética de Alagoas	1.421.546	17.411	301.974		1.740.931
Companhia Energética de Minas Gerais	31.223.126	3.585.894	3.086.448	25.617.176	11.400.336
Companhia Energética de Roraima	18.534	7.252	4.598	19.003	4.129
Companhia Energética do Ceará	3.624.200	7.007	547.152		4.178.359
Companhia Energética do Maranhão	1.568.994	495	410.136	2.864	1.976.961
Companhia Energética do Pernambuco	5.314.766	51.540	986.748	2.007	6.301.514
Companhia Estadual de Energia Elétrica	13.989.999	182.881	1.861.044	6.392.695	9.641.229
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	624.237	7.717	76.613	36.283	672.284
Companhia Força e Luz do Oeste	142.190		3.526		145.716
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	6.855.411	27.117.315	2.500.816	34.260.243	2.213.299
Companhia Paranaense de Energia	11.636.838	802.741	1.092.807	12.525.900	503.243
Companhia Paulista de Força e Luz SA	14.940.002	12.910	1.115.478	449.269	15.619.121
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade					
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	52.697.044		4.804.102	945.979	56.555.167
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	1.982.299		347.002	206.103	1.966.570
Empresa Energética de Sergipe SA	1.185.519	205.497	225.628		1.616.644
Energisa Empresa Energética SA	10.982		1.059	4.436	7.717
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	4.504.863	180.784	616.633	1.028.434	4.280.087
Furnas Centrais Elétricas SA			5.574.720	31.051.656	75.094.430
SA de Eletrificação da Paraíba	1.346.245	19.387	364.544		1.741.537
Light Serviços de Eletricidade SA	19.967.959	12.610	3.660.157	3.828.714	19.845.313

PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 02-NÍVEL DE DESAGREGAÇÃO E 03-HORIZONTE

EMPRESAS	DESAGREGAÇÃO		HORIZONTE anos					
	FONTE	GEOGR.	1	5	10	15	20	>20
Centrais Elétricas de Goiás SA	sim	não					X	
Centrais Elétricas de Rondônia SA	sim	não			x			
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	não	sim	x	x	x			X
Centrais Elétricas do Pará SA	não	não			x			
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	sim	não			x			
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	sim	não			x			
Companhia de Eletricidade da Bahia	não	não						X
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	não	não	x	x	x			
Companhia de Eletricidade de São Paulo	sim	sim	x		x			X
Companhia de Eletricidade do Acre		não			x			
Companhia de Eletricidade do Amapá	não	não	x	x	x			
Companhia Energética de Alagoas	não	não			x			
Companhia Energética de Minas Gerais	não	não	x	x	x	X	X	
Companhia Energética de Roraima	sim	sim						
Companhia Energética do Ceará	não	não			x	X		
Companhia Energética do Maranhão	não	não			x			
Companhia Energética do Pernambuco	sim		x	x	x			
Companhia Estadual de Energia Elétrica	não	não				X		
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	não	não			x		X	
Companhia Força e Luz do Oeste	não	não			x			
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	não	não		x	x	X		
Companhia Paranaense de Energia	não	não			x		X	
Companhia Paulista de Força e Luz SA	não	não			x			
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	não	não	x	x	x			
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	não	não			x			
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA		sim			x			
Empresa Energética de Sergipe SA	não	não			x			
Energisa Empresa Energética SA	não	não	x					
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	não	não			x			
Furnas Centrais Elétricas SA	não	sim			x			
SA de Eletrificação da Paraíba	não	não			x			
Light Serviços de Eletricidade SA	não	não			x			
Frequência	7	5	8	7	27	4	4	3
Percentagem	23,3	16,1	25	22	84	13	13	9

PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 04 - MÉTODO

EMPRESAS	T1	T2	T3	C1	C2	C3	Q1	Q2	Q3	E1	O1
Centrais Elétricas de Goiás SA	2	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0
Centrais Elétricas de Rondônia SA	2	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0
Centrais Elétricas do Pará SA	2	2	2	1	1	0	2	0	0	0	0
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	3	0	0	3	1	0	3	3	2	0	0
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	3	2	0	3	0	0	2	0	2	1	0
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	3	0	0	2	2	0	3	0	2	0	0
Companhia de Eletricidade da Bahia	3	1	1	2	2	0	3	0	0	0	0
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	3	2	0	0	0	0	3	2	2	0	0
Companhia de Eletricidade de São Paulo	3	3	1	2	2	0	2	0	2	2	0
Companhia de Eletricidade do Acre	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Companhia de Eletricidade do Amapá	0	0	0	1	1	0	3	2	3	2	3
Companhia Energética de Alagoas	3	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Energética de Minas Gerais	3	0	2	3	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Energética de Roraima	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Companhia Energética do Ceará	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Companhia Energética do Maranhão	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Energética do Pernambuco	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Companhia Estadual de Energia Elétrica	2	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Força e Luz do Oeste	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Paranaense de Energia	3	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0
Companhia Paulista de Força e Luz SA	2	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	3	3	1	3	3	0	2	0	0	0	0
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0
Empresa Energética de Sergipe SA	2	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0
Energisa Empresa Energética SA	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espirito Santo Centrais Elétricas SA	3	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0
Furnas Centrais Elétricas SA	2	2	0	2	1	0	2	1	3	1	0
SA de Eletrificação da Paraíba	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Light Serviços de Eletricidade SA	2	3	2	3	3	0	0	0	0	0	2
Sempre	20	3	1	10	2	0	13	1	2	0	1
As Vêzes	11	7	3	8	7	0	8	2	5	2	1
Raramente	0	1	4	4	4	0	2	2	1	2	0
Nunca	1	21	24	10	19	32	9	27	24	28	30

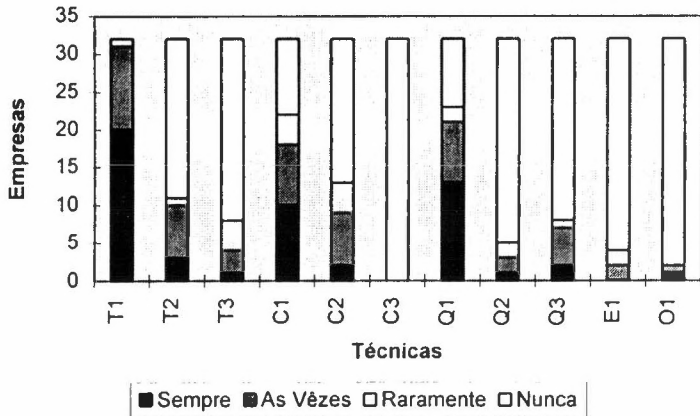
PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 04 - MÉTODO - Continuação

Legendas das Técnicas

- T1 - Séries Temporais I : extrapolação por tendências, taxas de crescimento, médias móveis
T2 - Séries Temporais II: amortecimento exponencial, métodos de decomposição, média móvel centrada, Holt-Winters
T3 - Séries Temporais III: filtragem adaptativa, bayesianos, autoregressivos, Box & Jenkins
C1 - Causais I : regressão a uma variável, lineares e não lineares
C2 - Causais II : regressão múltipla, variáveis defasadas
C3 - Causais III : equações simultâneas, input-output, KLEM
Q1 - Qualitativos I : Delphi, analogia histórica, indicadores principais, indicadores emparelhados, cenários descritivos
Q2 - Qualitativos II : probabilidades subjetivas, árvores de decisão, curvas S, análise morfológica, árvores de relevância
Q3 - Qualitativos III : impactos cruzados, QSIM, KSIM, modelagem causal, cenários quantitativos, simulação
E1 - Coeficientes Estruturais : MEDEE, MEDEE-2, WASP, MAED
O1 - Outros: Forecast Master Plus pela Light e Técnicas Qualitativas pelo Amapá

Legenda da Frequência de Utilização

- 0 : Nunca
1 : Raramente
2 : Às Vêzes
3 : Sempre



PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 06 - QUALIDADE DOS DADOS

EMPRESAS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Centrais Elétricas de Goiás SA	2	2	2	2	0	1	1
Centrais Elétricas de Rondônia SA							
Centrais Elétricas do Pará SA	2	1	2	0	0	2	0
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	2	1	2	1	2	2	2
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	2	2	2	0	0	2	0
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	2	1	2	0	1	2	
Companhia de Eletricidade da Bahia	2	2	2	0	0	2	2
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	2	2	2	1	0	2	
Companhia de Eletricidade de São Paulo	2	2	1	2	1		
Companhia de Eletricidade do Acre	2	1	0	0	2	1	2
Companhia de Eletricidade do Amapá	2	1	1	0	0	2	0
Companhia Energética de Alagoas	2	1	2	0	1	2	0
Companhia Energética de Minas Gerais	2	2	2	2	0	2	0
Companhia Energética de Roraima	2	1	2	2	2	1	2
Companhia Energética do Ceará	2	2	2		2	2	2
Companhia Energética do Maranhão	2	2	2	0	2	2	2
Companhia Energética do Pernambuco	2	2	2	0	2	2	2
Companhia Estadual de Energia Elétrica	2		2	0	0		0
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	2	2	2				
Companhia Força e Luz do Oeste	2	2	2	2		2	
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	2	2	2		2	2	2
Companhia Paranaense de Energia	2	1	2			2	
Companhia Paulista de Força e Luz SA	2	1	1			2	
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	2	1	1	0	0	2	0
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	2	2	1	1	1	1	1
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	2	1	1	0	0	1	0
Empresa Energética de Sergipe SA	2		1	0	0		0
Energisa Empresa Energética SA	2	2	2	0	0	0	0
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	2	1	2	0	0	2	0
Furnas Centrais Elétricas SA	2	2	1	0	2	2	2
SA de Eletrificação da Paraíba	2	1	1	1	0	1	0
Light Serviços de Eletricidade SA	2	2	2	1	1	1	0
Boa Qualidade	31	16	21	5	8	19	9
Má Qualidade	0	13	9	5	5	7	2
Indisponível	0	0	1	16	14	1	13

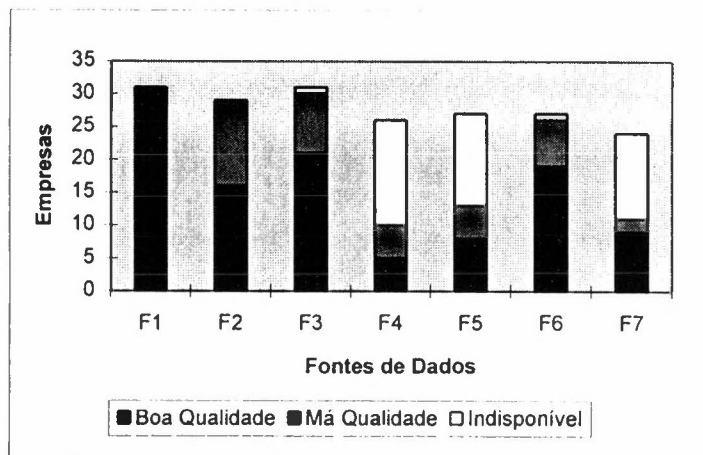
PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 06 - QUALIDADE DOS DADOS

Legendas das Fontes de Dados

- F1 : dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão
F2 : dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa
F3 : pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais
F4 : pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão
F5 : informações sobre energias alternativas junto a agências de energia
F6 : dados setoriais junto às entidades de classe industriais
F7 : pesquisas por julgamento junto a especialistas

Legenda da Qualidade dos Dados

- 0 : indisponível
1 : má qualidade
2 : boa qualidade



PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 05 - EQUIPE

EMPRESAS	E1	E2	E3	E4	E5
Centrais Elétricas de Goiás SA	2	1	0	1	0
Centrais Elétricas de Rondônia SA	2	1	0	0	0
Centrais Elétricas do Pará SA	0	2	1	0	0
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	0	2	2	2	1
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	1	0	0	0	0
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	2	1	1	1	0
Companhia de Eletricidade da Bahia	0	2	2	1	1
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	0	2	1	0	1
Companhia de Eletricidade de São Paulo	0	2	1	0	0
Companhia de Eletricidade do Acre	2	0	1	2	0
Companhia de Eletricidade do Amapá	2	1	0	0	0
Companhia Energética de Alagoas	2	0	0	0	0
Companhia Energética de Minas Gerais	2	1	1	0	0
Companhia Energética de Roraima	2	0	0	0	0
Companhia Energética do Ceará	0	2	1	0	0
Companhia Energética do Maranhão	2	1	1	1	0
Companhia Energética do Pernambuco	0	2	1	1	1
Companhia Estadual de Energia Elétrica	2	1	2	0	0
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	2	0	1	0	0
Companhia Força e Luz do Oeste	2	0	0	0	0
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	2	1	1	0	0
Companhia Paranaense de Energia	0	2	0	1	0
Companhia Paulista de Força e Luz SA	0	2	2	2	0
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	2	0	0	0	0
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	0	2	1	0	0
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	2	0	2	1	0
Empresa Energética de Sergipe SA	2	1	0	0	0
Energisa Empresa Energética SA	2	0	0	0	0
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	2	1	1	0	0
Furnas Centrais Elétricas SA	2	0	1	1	0
SA de Eletrificação da Paraíba	2	0	1	0	0
Light Serviços de Eletricidade SA	2	1	2	0	1
Grande Envolvimento	21	10	6	3	0
Pouco Envolvimento	1	11	15	8	5
Nenhum	10	11	11	21	27

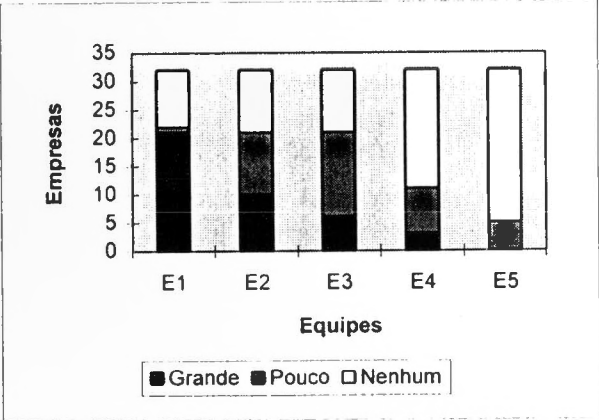
PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 05 - EQUIPE - Continuação

Legenda das Equipes

- E1 : grupo da área de estudos de mercado até 03 pessoas
- E2 : grupo da área de estudos de mercado com mais de 03 pessoas
- E3 : comitê interdepartamental, participam outras áreas
- E4 : comitê empresarial, participam outras entidades externas
- E5 : apoio de instituições de ensino ou consultoria externa

Legenda do Grau de Envolvimento

- 0 : nenhum
- 1 : pouco
- 2 : grande



PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 06 - DISPONIBILIDADE DOS DADOS

EMPRESAS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Centrais Elétricas de Goiás SA	3	3	3	3	0	3	2
Centrais Elétricas de Rondônia SA	3	2	1	1	2	0	0
Centrais Elétricas do Pará SA	3	2	3	1	1	2	1
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	3	3	3	1	2	3	3
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	3	3	0	0	1	3	1
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	3	3	2	1	1	2	
Companhia de Eletricidade da Bahia	3	3	3	1	1	3	2
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	3	3	3	2	1	3	2
Companhia de Eletricidade de São Paulo	3	3	1	1	2	2	2
Companhia de Eletricidade do Acre	3	3	2	0	2	3	2
Companhia de Eletricidade do Amapá	3	3	2	0	0	3	0
Companhia Energética de Alagoas	1	2	3	0	1	1	2
Companhia Energética de Minas Gerais	3	3	3	2	0	3	1
Companhia Energética de Roraima	3	3	2	3	3	2	3
Companhia Energética do Ceará	3	3	3		2	3	2
Companhia Energética do Maranhão	3	3	3	0	1	2	1
Companhia Energética do Pernambuco	3	2	2	0	1	2	1
Companhia Estadual de Energia Elétrica	3	3	3	0	1	2	3
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	3	3	3	1	0	2	0
Companhia Força e Luz do Oeste	3	3	3	3		3	
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	3	3	3	0	1	2	2
Companhia Paranaense de Energia	3	3	3	3	0	2	0
Companhia Paulista de Força e Luz SA	3	3	3			3	
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	3	2	3	0	0	2	0
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	3	3	2	1	2	3	3
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	3	2	2	1	0	2	0
Empresa Energética de Sergipe SA	3	2	2	0	1	2	1
Energisa Empresa Energética SA	3	2	3	0	0	1	0
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	3	1	3	0	0	2	0
Furnas Centrais Elétricas SA	3	3	2	0	1	3	2
SA de Eletrificação da Paraíba	3	2	3	1	0	1	0
Light Serviços de Eletricidade SA	3	3	3	2	1	1	0
Sempre	31	22	20	4	1	13	4
Às Vezes	0	9	9	3	6	14	9
Raramente	1	1	2	10	13	4	6
Nunca	0	0	1	13	10	1	10

PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS

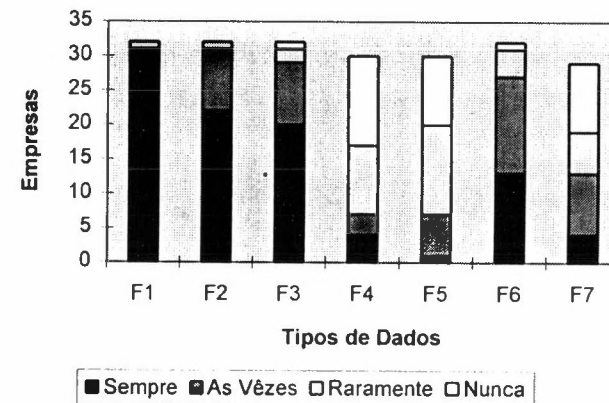
PERGUNTAS : 06 - DISPONIBILIDADE DOS DADOS - Continuação

Legenda das Fontes de Dados

- F1 : dados históricos do mercado de energia elétrica na área de concessão
- F2 : dados econômicos e sociais junto a órgãos de pesquisa
- F3 : pesquisa direta junto aos grandes consumidores industriais e comerciais
- F4 : pesquisa por amostragem junto aos consumidores de baixa tensão
- F5 : informações sobre energias alternativas junto a agências de energia
- F6 : dados setoriais junto às entidades de classe industriais
- F7 : pesquisas por julgamento junto a especialistas

Legenda do Grau de Envolvimento

- 0 : nunca
- 1 : raramente
- 2 : às vezes
- 3 : sempre



PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS

PERGUNTAS : 07 - VARIÁVEIS UTILIZADAS

EMPRESAS	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
Centrais Elétricas de Goiás SA	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2
Centrais Elétricas de Rondônia SA																		
Centrais Elétricas do Pará SA	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2		2	0	2	0	1
Centrais Elétricas do Norte do Brasil SA	1	1	1	1	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2
Centrais Elétricas do Sul do Brasil SA	1	2	1	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	1	2	0	0
Centrais Elétricas Matogrossenses SA	1	1	2	2	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2	1	
Companhia de Eletricidade da Bahia	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Companhia de Eletricidade de Santa Catarina	2	2	2	2	1	1	1	1	1		2	2	2	1	1	2	2	2
Companhia de Eletricidade de São Paulo	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1
Companhia de Eletricidade do Acre	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	1	0
Companhia de Eletricidade do Amapá	2	2	2	2	0	1	0	0	0	2	2	1	1	0	0	2	1	1
Companhia Energética de Alagoas	1	0	0	1	0	0	1		0	0	2	1	2	1		2		
Companhia Energética de Minas Gerais	2	2	0	2	1	0	1	1	1	2	2	2	2	0	0	2	1	1
Companhia Energética de Roraima	2	1	2	2	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	2	2	0	2
Companhia Energética do Ceará	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	2	1	0
Companhia Energética do Maranhão	2	1	2	1	1	0	1	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0
Companhia Energética do Pernambuco	1	1	1	2	1	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	2	2	1
Companhia Estadual de Energia Elétrica	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	1	0
Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina	2	1	0	2	0	0	1	0	1	2	2	0	1		0	2	2	1
Companhia Força e Luz do Oeste	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	0	0
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	2	1	1
Companhia Paranaense de Energia	1	2	1	2	0	0	1	0	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0
Companhia Paulista de Força e Luz SA	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	0	2	0	0	2	0	1
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0	2	0	1
Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1		0	2	1	1
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	2	1	0
Empresa Energética de Sergipe SA	1	1	1	2	2	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	2		0
Energisa Empresa Energética SA	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	0	2
Espírito Santo Centrais Elétricas SA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	2	1	2
Furnas Centrais Elétricas SA	2	2	1	1	1	0	1	0	1	0	2	2	2	2	1	2	1	1
SA de Eletrificação da Paraíba	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	2	2	0	0	2	0	2
Light Serviços de Eletricidade SA	1	2	1	1	2	0	1	0	2	2	2	2	0	0	0	2	1	1
Muito Utilizada	14	12	9	22	4	1	3	2	4	9	27	19	16	6	4	30	5	8
Às Vêzes Utilizada	15	17	15	8	14	8	13	7	9	8	3	7	11	4	7	1	14	12
Nunca Utilizada	2	2	7	1	13	22	15	21	18	13	1	5	3	19	19	0	10	9

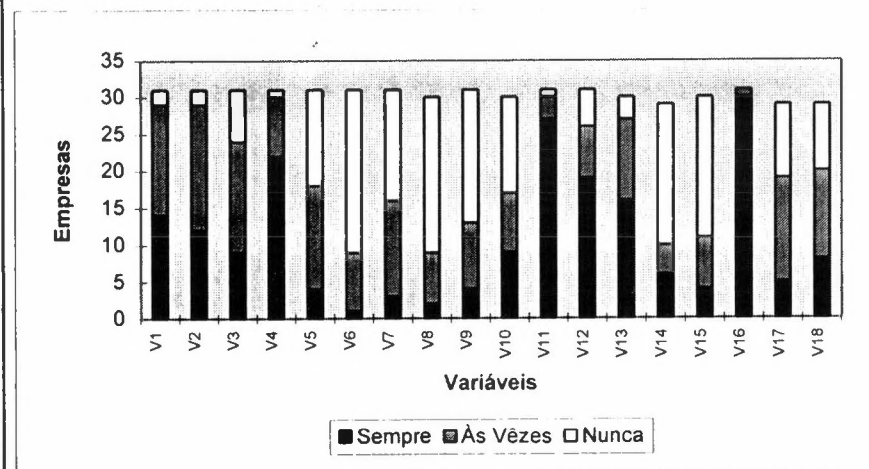
PESQUISA SOBRE MÉTODOS DE PREVISÃO ADOTADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS
PERGUNTAS : 07 - VARIÁVEIS UTILIZADAS

Legenda das Variáveis Utilizadas

- V1 : produto interno bruto nacional
- V2 : produto interno bruto regional
- V3 : população nacional
- V4 : população regional
- V5 : preço da eletricidade para diferentes classes
- V6 : preço de outras fontes
- V7 : participações de eletrodomésticos no setor residencial
- V8 : condicionamento do ar no setor comercial
- V9 : renda pessoal disponível
- V10 : habitantes e/ou metragem por residência
- V11 : tratamento isolado dos grandes consumidores industriais
- V12 : tratamento isolado dos grandes consumidores comerciais
- V13 : produção industrial por segmento de atividade
- V14 : coeficientes de eficiência energética residencial e comercial
- V15 : tipo de utilização energética industrial
- V16 : variáveis elétricas históricas (nº consumidores, consumo, .)
- V17 : índices de impacto devido a conservação
- V18 : probabilidades subjetivas

Legenda dos Níveis de Utilização

- 0 : nunca
- 1 : às vezes
- 2 : muito



VARIÁVEIS RELEVANTES NA ELABORAÇÃO DE MODELOS PARA A PREVISÃO DO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA

A relação de algumas variáveis julgadas relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial segue abaixo. Pede-se:

- a) incluir todas as variáveis que você julgar importantes, se for o caso, para completar a lista;
- b) para selecionar, marque um X ao lado da variável;
- c) para cada variável incluída, identifi-cá-la com o nome e mnemônico de 4 letras;
- d) da lista final, na coluna "Seleção" indicar exatamente 10 (dez) variáveis;
- e) na coluna "Relevância", indicar "FC" nos dois fatores-chave, julgados indispensáveis;
- f) na mesma coluna, indicar "VR" nas quatro variáveis relevantes, julgadas importantes;
- g) as quatro restantes serão consideradas como complementares.

Variável	Abreviatura	Seleção	Relevância
População estadual	POPE		
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC		
Quantidade de apartamentos ocupados	DAOC		
Número de ligações residenciais	LRES		
Taxa de atendimento urbano	ATUR		
Média de cômodos por domicílio	CM/D		
Média de moradores por domicílio	MO/D		
Carga estimada de elevadores	CELV		
Carga média de eletrodomésticos	CELD		
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD		
Renda pessoal disponível	REND		
Preço médio da eletricidade	PELE		
Preço do GLP	PGLP		
Coeficiente de distribuição de renda	GINI		
PIB estadual per capita	PB/P		

Data: __ de julho de 1995

Entrevistado:

Favor remeter este questionário até 07 de julho para a CDC/NUPV - Edifício Sede - 10º andar aos cuidados de José Roberto Ribas - ramal 4715, ou pelo Fax # 331-3275

VARIÁVEIS RELEVANTES NA ELABORAÇÃO DE MODELOS PARA A PREVISÃO
DO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CLASSIFICAÇÃO NA 1a. RODADA

Variável	Abreviat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Score	Classif.
Número de ligações residenciais	LRES	FC	VC	FC	FC	FC	FC	FC		FC		FC	FC	VC	FC	42	1
População Estadual Urbana	POPU	VR	VC	VR	FC	VR	VR	FC	VC	VR			FC	VR	FC	30	2
Taxa de atendimento urbano	ATUR		FC	VC	VR	VR	VC	VR	FC	VR		FC		VC	VR	25	3
Média de moradores por domicílio	MO/D	FC	VC	VR	VC		VR	VC	VR	FC	VC		VR	VR	VC	23	4
Renda pessoal disponível	REND	VR	FC				VR	VR	FC	VR	FC		VC		VC	22	5
Preço médio da eletricidade	PELE	VR	VR	VC		VR	VC	VR	VR	VR	VR	VC			VR	19	6
Carga média de eletrodomésticos	CELD	VR	VR		VR		VR	VC			VR		VC	FC	VC	17	7
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	VC	VR			VR	FC			VR	VC		VR			14	8
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	VC			VR		VC		VR		VR		VR	FC		14	9
PIB estadual per capita	PB/P		VC	VR		VC			VC	VC	VR	VC	VC		VR	10	10
Coeficiente de distribuição de renda	GINI		VR	VC			VC	VC			FC	VC			VR	8	11
Média de cômodos por domicílio	CM/D				VR						VC			VC		4	12
Carga estimada de elevadores	CELV	VC			VC									VR		4	12
Preço do GLP	PGLP			VC				VC		VC					VC	4	12
Área Liberada para Construção	CREA											VR		VR		4	12
Quantidade de apartamentos ocupad	DAOC									VR						2	13
Condição de Emprego	EMPR								VR							2	13
Ligações para Baixa Renda	COBR					VC										1	14
Número de Casamentos	NCAS								VC							1	14
Grau de Informação sobre Preços	ALTE											VC				1	14
Programa de Conservação	CONS															0	15

VARIÁVEIS RELEVANTES NA ELABORAÇÃO DE MODELOS PARA A PREVISÃO DO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA
SEGUNDA E ÚLTIMA RODADA

A relação de algumas variáveis julgadas relevantes na elaboração de modelos para a previsão do mercado residencial segue abaixo. Pede-se:

- a) incluir todas as variáveis que você julgar importantes, para completar a lista;
- b) para selecionar, marque um X ao lado da variável;
- c) para cada variável incluída, identifi­cá-la com o nome e mnemônico de 4 letras;
- d) da lista final, na coluna "Seleção" indicar exatamente 10 (dez) variáveis;
- e) na coluna "Relevância", indicar "FC" nos dois fatores-chave, julgados indispensáveis;
- f) na mesma coluna, indicar "VR" nas quatro variáveis relevantes, julgadas importantes;
- g) as quatro restantes serão consideradas como complementares "VC".

Variável	Abreviat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Seleção	Relevân
População Estadual Urbana	POPU	VR	VC	VR	FC	VR	VR	FC	VC	VR			FC	VR	FC		
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	VC	VR			VR	FC			VR	VC		VR				
Quantidade de apartamentos ocupados	DAOC									VR							
Número de ligações residenciais	LRES	FC	VC	FC	FC	FC	FC	FC		FC		FC	FC	VC	FC		
Taxa de atendimento urbano	ATUR		FC	VC	VR	VR	VC	VR	FC	VR		FC		VC	VR		
Média de cômodos por domicílio	CM/D				VR						VC			VC			
Média de moradores por domicílio	MO/D	FC	VC	VR	VC		VR	VC	VR	FC	VC		VR	VR	VC		
Carga estimada de elevadores	CELV	VC			VC									VR			
Carga média de eletrodomésticos	CELD	VR	VR		VR		VR	VC			VR		VC	FC	VC		
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	VC			VR		VC		VR		VR		VR	FC			
Renda pessoal disponível	REND	VR	FC				VR	VR	FC	VR	FC		VC		VC		
Preço médio da eletricidade	PELE	VR	VR	VC		VR	VC	VR	VR	VR	VR	VC			VR		
Preço do GLP	PGLP			VC				VC		VC					VC		
Coefficiente de distribuição de renda	GINI		VR	VC			VC	VC			FC	VC			VR		
PIB estadual per capita	PB/P		VC	VR		VC			VC	VC	VR	VC	VC		VR		
Ligações para Baixa Renda	COBR					VC											
Programa de Conservação	CONS																
Número de Casamentos	NCAS									VC							
Condição de Emprego	EMPR									VR							
Área Liberada para Construção	CREA											VR		VR			
Grau de Informação sobre Preços	ALTE											VC					

Modificações introduzidas na lista de variáveis para esta 2a. rodada:

- (a) População Estadual (POPE) passa para População Estadual Urbana (POPU)
- (b) Número de chuveiros elétricos/geladeiras já está contido na Carga Média de Eletrodomésticos(CELD)
- (c) Consumo por ligação residencial é um efeito resultante final. Indicar as variáveis que a influenciam
- (d) Elasticidade consumo residencial x PIB estadual per capita é um coeficiente
- (e) Quantidade/posse de eletrodomésticos será representada implicitamente pela CELD
- (f) Percentual de domicílios que possuem cada eletrodoméstico está considerado ponderado em CELD
- (g) Venda de eletrodomésticos considerada implicitamente em CELD
- (h) Consumo histórico representa efeito tendencial, não estrutural (de causa e efeito).
- (i) Taxa de crescimento populacional é um coeficiente resultante de POPU
- (j) Perfil de consumo por faixa de preço é coeficiente/distribuição resultante.
- (k) Fator de utilização dos eletrodomésticos implícito em HELD

Data: ____ de julho de 1995

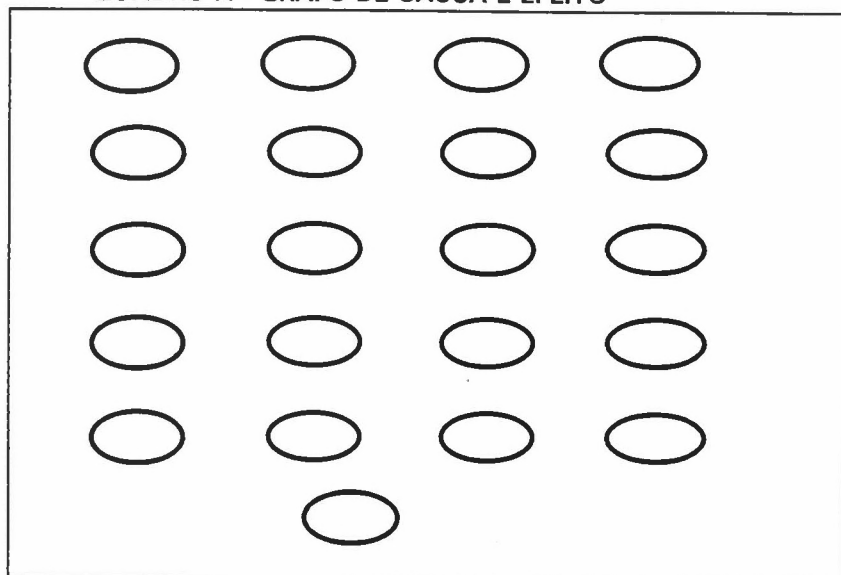
Entrevistado: _____

VARIÁVEIS RELEVANTES NA ELABORAÇÃO DE MODELOS PARA A PREVISÃO DO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CLASSIFICAÇÃO NA SEGUNDA E ÚLTIMA RODADA

Variável	Abreviat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Seleçã	Classif.
Número de ligações residenciais	LRES	FC	VC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC		FC	FC	VC	FC	46	1
População Estadual Urbana	POPU	VR	VR	FC	FC	VR	VR	FC	VR	VR			FC	VR	FC	34	2
Taxa de atendimento urbano	ATUR	VC	FC	VR	VC	FC	VC	VR	VR	VR		FC	VR	VC	VR	28	3
Renda pessoal disponível	REND	VR	FC		VC	VR	VR	VR	FC	VR	FC	VC			VC	25	4
Média de moradores por domicílio	MO/D	FC	VC	VR	VR		VR	VC	VC	FC	VC		VR	VR	VC	23	5
Preço médio da eletricidade	PELE	VR	VR	VC		VR	VC	VR	VR	VR	VR	VR	VR		VR	22	6
Carga média de eletrodomésticos	CELD	VR	VR	VR	VR		VR	VC			VR	VR	VC	FC	VC	18	7
Coeficiente de distribuição de renda	GINI	VC	VR	VC		VC	VC	VC		VC	FC	VC			VR	15	8
PIB estadual per capita	PB/P		VC	VR		VC			VC	VC	VR	VC	VR		VR	13	9
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	VC	VC			VR	FC		VC	VC	VC					11	10
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD	VC			VR		VC		VR		VR	VC	VC	FC		11	10
Média de cômodos por domicílio	CM/D			VC	VR						VC			VC		5	11
Programa de Conservação	CONS				VC	VC							VC		VC	4	12
Área Liberada para Construção	CREA											VR		VR		4	12
Carga estimada de elevadores	CELV				VC									VR		3	13
Preço do GLP	PGLP			VC				VC		VC						3	13
Ligações para Baixa Renda	COBR					VC							VC			2	14
Grau de Informação sobre Preços	ALTE											VR				2	14
Condição de Emprego	EMPR								VC							1	15
Quantidade de apartamentos ocupad	DAOC															0	16
Número de Casamentos	NCAS															0	16

DIAGRAMA DE INFLUÊNCIAS DEMANDA RESIDENCIAL POR ENERGIA ELÉTRICA

QUADRO A - GRAFO DE CAUSA E EFEITO



QUADRO B - MATRIZ DE RELACIONAMENTOS

[illegible]

QUADRO C - MATRIZ DE SENTIDOS

[illegible]

↑
CAUSAS (ORIGENS)

QUADRO D - MATRIZ DE SINAIS

[illegible]

(+) RELAÇÃO DIRETA
(-) RELAÇÃO INVERSA

DATA: / /

RELAÇÕES DE CAUSA-EFEITO IMPORTANTES ENTRE AS VARIÁVEIS NO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA

2a RODADA

Entre as 21 variáveis apresentadas na 2a. rodada foram selecionadas as 11 mais relevantes, segundo o julgamento coletivo, pede-se:

- observar cada coluna individualmente, a variável nela representada é de efeito (resultante);
- as variáveis listadas nas linhas são aquelas que causam perturbações (explicativas);
- sendo assim, leia-se para cada coluna: $col(var) = f [linhas(var)]$
- indique com um "+" aquelas linhas que causam forte perturbação direta na coluna;
- indique com um "-" aquelas linhas que causam forte perturbação inversa na coluna;
- evite relações reflexivas do tipo "A" afeta "B" e "B" afeta "A";
- muitas relações geram um "emaranhado" complexo, escolha apenas aquelas relevantes.

Variável		LRES	POP	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES											
População Estadual Urbana	POP											
Taxa de atendimento urbano	ATUR											
Renda pessoal disponível	REND											
Média de moradores por domicílio	MO/D											
Preço médio da eletricidade	PELE											
Carga média de eletrodomésticos	CELD											
Coefficiente de distribuição de renda	GINI											
PIB estadual per capita	PB/P											
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC											
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD											

Data: __ de julho de 1995

Entrevistado:

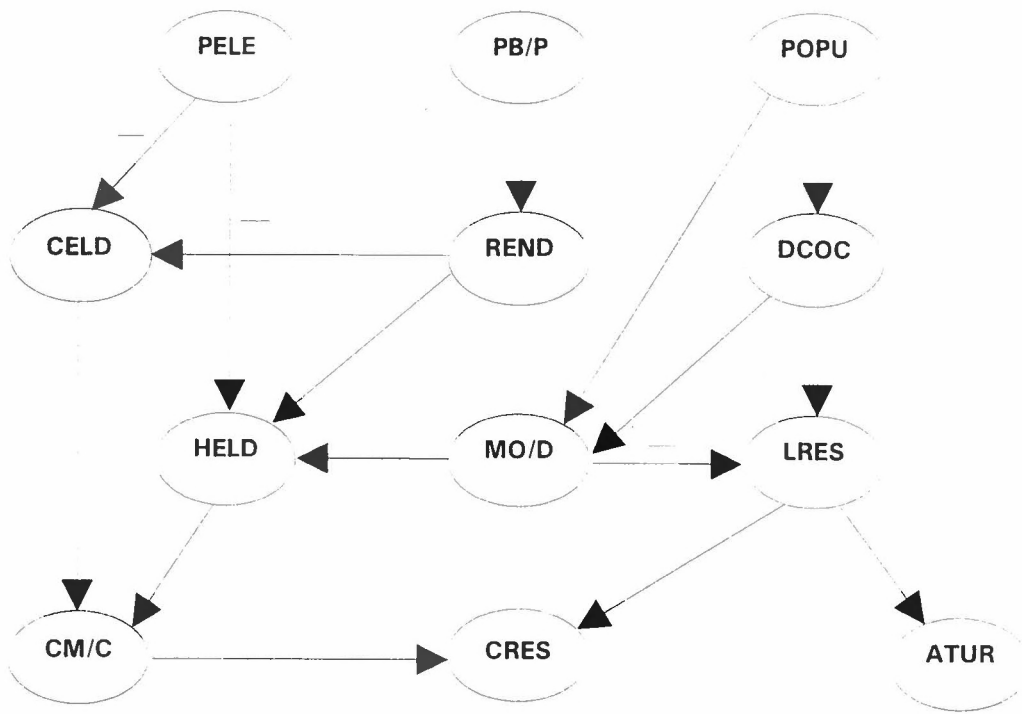
Em caso de dúvidas ligar para o ramal 4715 da Sede

Favor remeter este questionário até 25 de julho para a CDC/NUPV - Edifício Sede - 10º andar
aos cuidados de José Roberto Ribas - ramal 4715, ou pelo Fax # 331-3275

**RELAÇÕES DE CAUSA-EFEITO IMPORTANTES ENTRE AS VARIÁVEIS NO
MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA
RESULTADOS DA SEGUNDA E ÚLTIMA RODADA**

Variável		LRES	POPU	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES			7(+)		1(+)	1(-)		1(-)		1(+) 1(-)	1(+)
População Estadual Urbana	POPU	9(+)		3(+) 1(-)		5(+)			1(-)	4(-)	5(+)	
Taxa de atendimento urbano	ATUR	3(+)									1(+) 2(-)	
Renda pessoal disponível	REND	5(+) 1(-)	2(+)	4(+) 1(-)		5(-)	2(+)	8(+)	1(+) 1(-)	4(+)	3(+)	7(+) 1(-)
Média de moradores por domicílio	MO/D	6(-)	1(+)	2(+)			1(-)	4(+)	1(-)		1(-)	7(+)
Preço médio da eletricidade	PELE	1(+) 3(-)		3(-)	1(-)	1(-)		6(-)		1(+)		10(-)
Carga média de eletrodomésticos	CELD				1(+)		1(-)					2(+) 2(-)
Coeficiente de distribuição de renda	GINI	1(+) 2(-)	1(+)	2(-)	3(+)	2(+)	2(+)	1(-)		1(-)	1(+)	2(-)
PIB estadual per capita	PB/P	3(+)	2(+)	3(+)	8(+)	2(-)		4(+)	1(+) 1(-)		2(+)	7(+)
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	6(+)	1(+)	3(+) 1(-)		3(+) 3(-)	1(-)	1(-)				1(+)
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD			1(+)	1(+)			2(+) 1(-)				

DEMANDA RESIDENCIAL POR ELETRICIDADE
DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO



PREVISÃO DAS VARIÁVEIS EXÓGENAS

POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU

ANO: 2000	VALOR	< 6679	6679 - 6759	6759 - 6840	> 6840
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	< 6842	6842 - 6993	6993 - 7147	> 7147
	CHANCE %				

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P

ANO: 2000	VALOR	< 3824	3824 - 4566	4566 - 5125	> 5125
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	< 3824	3824 - 5293	5293 - 6540	> 6540
	CHANCE %				

PREÇO MÉDIO DA ELETRICIDADE - PELE

ANO: 2000	VALOR	< 88	88 - 100	100 - 119	> 119
	CHANCE %				
ANO: 2005	VALOR	< 80	80 - 100	100 - 138	> 138
	CHANCE %				

VARIÁVEIS UTILIZADAS NA PREVISÃO DA DEMANDA RESIDENCIAL POR ENERGIA ELÉTRICA

POPU : População Estadual Urbana

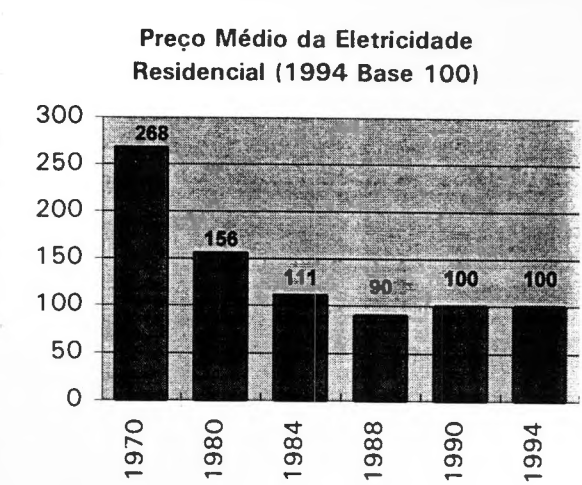
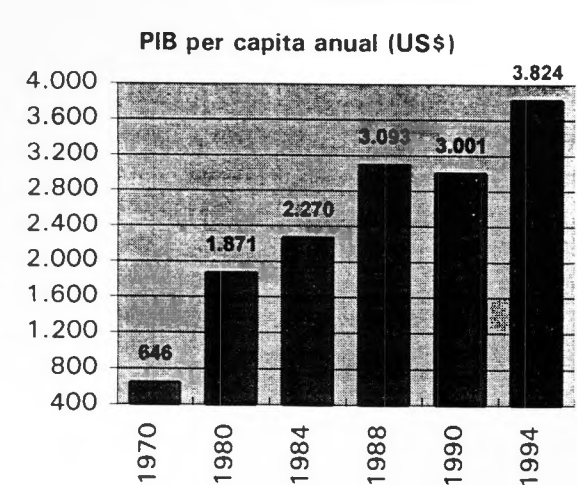
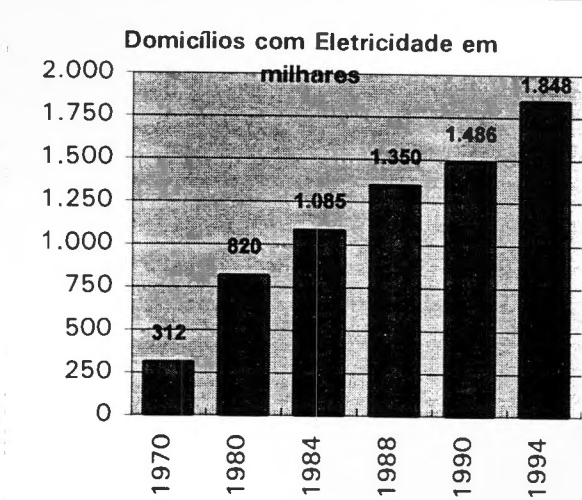
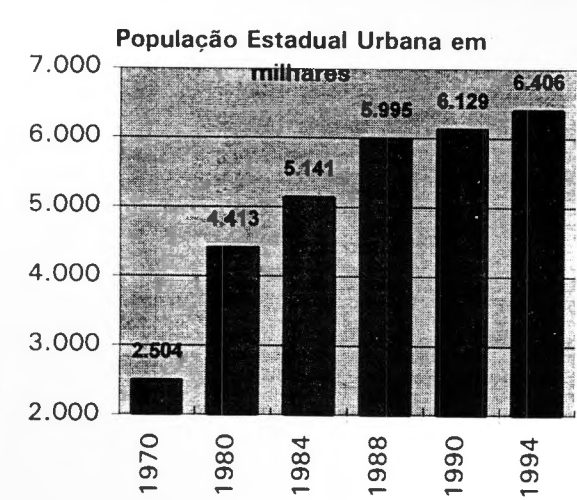
PELE : Preço Médio da Eletricidade

PB/P : PIB per capita

LRES : Número de Ligações Residenciais

HISTÓRICOS	1970	1980	1984	1988	1990	1994
População Estadual Urbana (mil)	2.504	4.413	5.141	5.995	6.129	6.406
Ligações Residenciais (mil)	312	820	1.085	1.350	1.486	1.848
PIB per capita (US\$)	646	1.871	2.270	3.093	3.001	3.824
Preço Médio da Eletricidade (US\$)	268,0	156,0	111,0	90,0	100,0	100,0

TAXAS ANUAIS	1970	1980	1984	1988	1990	1994
População Estadual Urbana (mil)	--	5,83	3,89	3,92	1,11	1,11
Ligações Residenciais (mil)	--	10,16	7,25	5,61	4,92	5,61
PIB per capita (US\$)	--	11,22	4,95	8,03	-1,49	6,24
Preço Médio da Eletricidade (US\$)	--	-5,27	-8,16	-5,11	5,41	0,00



Fontes de Informações:

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Demográfico de 1970, 1980 e 1990 - Paraná

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1984 e 1988 - PR

Companhia Paranaense de Energia, Informe Estatístico Anual de 1970, 1980, 1984, 1988, 1990

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, Análise Conjuntural

ESQUEMA DE CÁLCULO ESTIMATIVO PARA AS VARIÁVEIS
 CELD : Carga Média de Eletrodomésticos
 HELD : Horas de Uso dos Eletrodomésticos

	1970	1980	1984	1988	1990
Casas	561.600	939.241	1.095.331	1.302.826	1.425.125
Apartamentos	24.222	55.268	88.314	139.988	161.755
Total Domicílios	585.822	994.509	1.183.645	1.442.814	1.586.880
Número Ligações	311.797	820.213	1.085.188	1.349.892	1.485.853
Taxa Atendimento	0,53	0,82	0,92	0,94	0,94

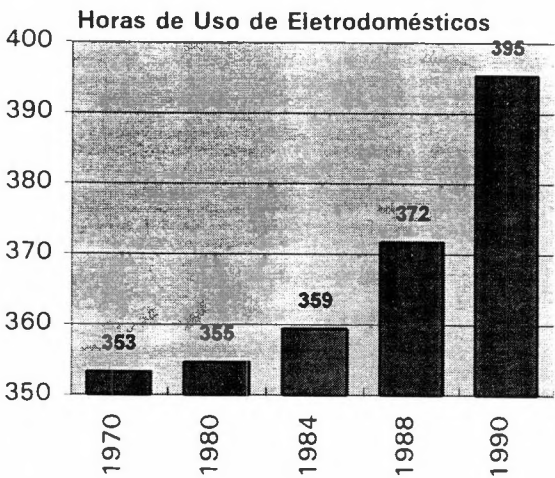
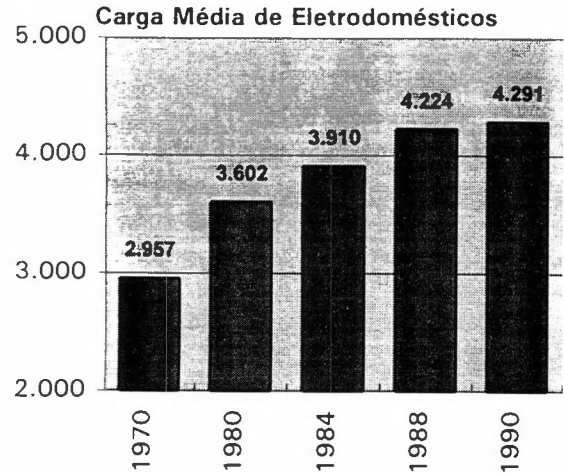
		<----- percentagem de posse ----->				
Fonte Elétrica	Watts	1970	1980	1984	1988	1990
Chuveiro	3.800	0,41	0,52	0,64	0,76	0,88
Refrigerador	150	0,41	0,61	0,72	0,81	0,83
Televisor	100	0,36	0,71	0,78	0,85	0,86
Ferro de Passar	1.000	0,35	0,70	0,77	0,83	0,84
Iluminação	240	0,53	0,82	0,92	0,94	0,94
Condomínios	10.000	0,04	0,06	0,07	0,10	0,10

	1970	1980	1984	1988	1990
Carga Média de Eletrodomésticos	2.957	3.602	3.910	4.224	4.291

	1970	1980	1984	1988	1990
Consumo Anual Médio / Domicílio	1.045	1.277	1.405	1.570	1.697

	1970	1980	1984	1988	1990
Horas de Uso de Eletrodomésticos	353	355	359	372	395

(*) As horas de uso de eletrodomésticos reproduzem um fator ponderado { horas x watts / watts } obtido da relação entre o consumo anual médio por domicílio e a carga média de eletrodomésticos

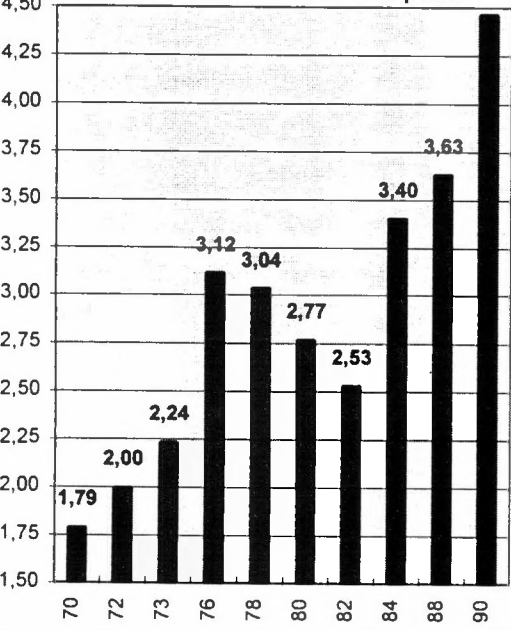


Fontes de Informações:
 Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Demográfico de 1970, 1980 e 1990 - Paraná
 Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1984 e 1988 - Paraná
 Companhia Paranaense de Energia, Informe Estatístico Anual de 1970, 1980, 1984, 1988, 1990

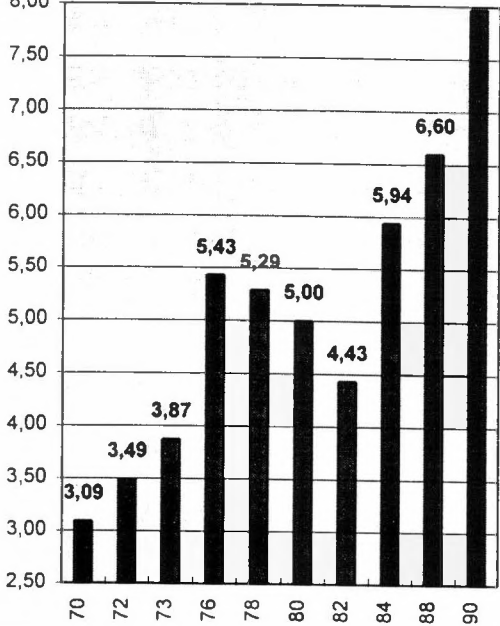
VARIÁVEIS UTILIZADAS NA PREVISÃO DA DEMANDA RESIDENCIAL POR ENERGIA ELÉTRICA
SÉRIE HISTÓRICA PARA O ESTADO DO PARANÁ ENTRE 1970 E 1990

ANO	70	72	73	76	78	80	82	84	88	90
SAL.MEDIO	1,79	2,00	2,24	3,12	3,04	2,77	2,53	3,40	3,63	4,46
POPULAC	6611	2867	8524	10130	10867	4413	4942	5141		6278
DOMICILIOS	1374	605	1861	2254	2479	995	1157	1217	1479	1617
REND/DOM	3,09	3,49	3,87	5,43	5,29	5,00	4,43	5,94	6,60	7,97
HAB/DOM	4,81	4,74	4,58	4,49	4,38	4,44	4,27	4,23	4,05	3,88

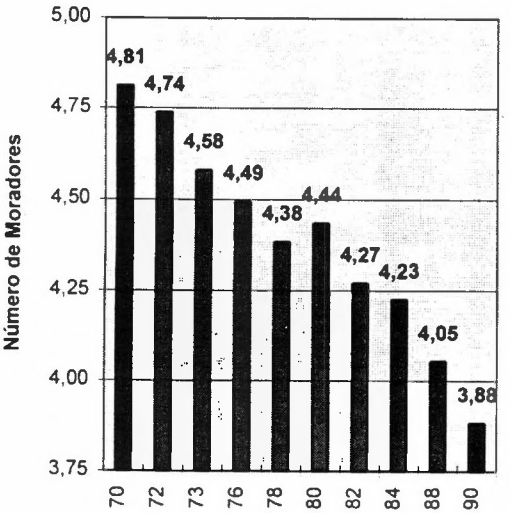
S.M. **Rendimento Médio da População Economicamente Ativa Ocupada** 4,46



S.M. **Rendimento Médio por Domicílio Urbano** 7,97



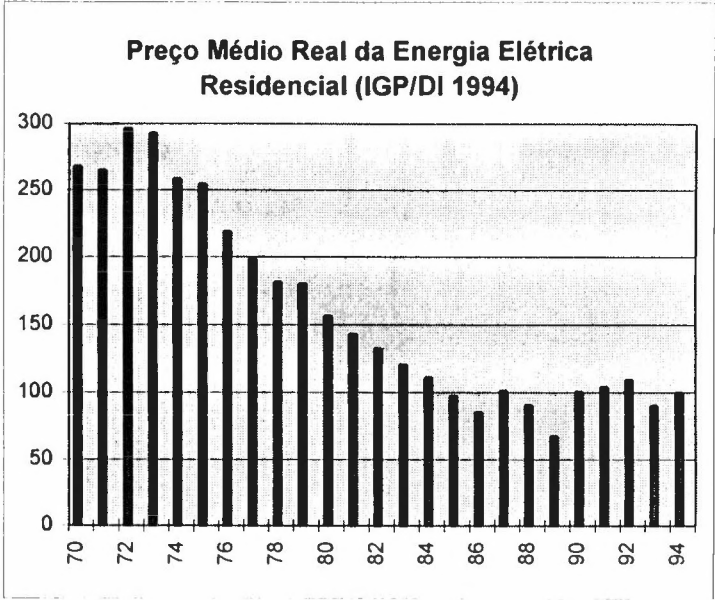
Número Médio de Moradores por Domicílio Urbano



As informações foram obtidas em Censo Demográficos e Pesquisas por Amostragem de Domicílios da Fundação IBGE. Os itens "População" e "Domicílios" representam censos e amostragens, não sendo úteis para evoluções históricas. Os mesmos foram utilizados apenas para o cálculo de relações.

**PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL EM NÚMERO ÍNDICE
SÉRIE HISTÓRICA DE 1970 A 1994 AJUSTADA PELO IGP/DI**

ANO	ÍNDICE PREÇO	ANO	ÍNDICE PREÇO
1970	268	1983	120
1971	265	1984	111
1972	296	1985	97
1973	293	1986	85
1974	258	1987	101
1975	254	1988	90
1976	219	1989	67
1977	198	1990	100
1978	181	1991	104
1979	180	1992	109
1980	156	1993	90
1981	143	1994	100
1982	132		



HISTÓRICO DAS VARIÁVEIS PARA FINS DE ESTIMAÇÃO DAS RELAÇÕES DE DEPENDÊNCIA

ANO	POPU	DCOC	MO/D	LRES	PB/P	REND	PELE	CELD	HELD	CM/C	ATUR	CRES
1970	2.504	586	4,27	311,8	646	3,09	268	2.957	353	1.045	0,53	325,8
1971	2.660	635	4,19	338,7	799		265	3.028	353	1.068	0,53	361,8
1972	2.826	665	4,25	367,2	858	3,49	296	3.094	348	1.076	0,55	395,0
1973	3.002	697	4,31	406,9	831	3,87	293	3.161	354	1.118	0,58	455,0
1974	3.189	730	4,37	444,5	1.015		258	3.227	360	1.163	0,61	517,0
1975	3.388	764	4,43	492,1	1.139		254	3.293	358	1.180	0,64	580,8
1976	3.599	800	4,50	550,4	1.183	5,43	219	3.359	360	1.208	0,69	665,1
1977	3.824	838	4,56	611,2	1.451		198	3.426	362	1.242	0,73	758,9
1978	4.062	878	4,63	678,3	1.523	5,29	181	3.492	355	1.241	0,77	841,8
1979	4.315	920	4,69	751,1	1.647		180	3.558	355	1.265	0,82	950,0
1980	4.413	995	4,44	820,2	1.871	5,00	156	3.602	355	1.277	0,82	1.047,7
1981	4.585	1.009	4,54	883,8	1.972		143	3.691	353	1.303	0,88	1.151,6
1982	4.764	1.057	4,51	967,0	1.937	4,43	132	3.757	354	1.331	0,92	1.287,2
1983	4.949	1.107	4,47	1.032,4	2.048		120	3.823	363	1.389	0,93	1.434,1
1984	5.141	1.184	4,34	1.085,2	2.270	5,94	111	3.910	359	1.405	0,92	1.524,9
1985	5.343	1.214	4,40	1.157,9	2.481		97	3.956	360	1.425	0,95	1.649,4
1986	5.552	1.271	4,37	1.224,0	2.481		85	4.022	351	1.413	0,96	1.730,0
1987	5.769	1.332	4,33	1.281,1	2.845		101	4.088	374	1.530	0,96	1.959,6
1988	5.995	1.443	4,16	1.349,9	3.093	6,60	90	4.224	372	1.570	0,94	2.119,6
1989	6.062	1.461	4,15	1.430,0	3.143		67	4.221	380	1.604	0,98	2.294,3
1990	6.129	1.530	4,01	1.485,9	3.001	7,97	100	4.291	395	1.697	0,97	2.520,8
1991	6.197	1.578	3,93	1.562,8	3.084		104	4.353	399	1.738	0,99	2.715,4
1992	6.266	1.678	3,73	1.659,4	3.163		109	4.420	380	1.681	0,99	2.789,9
1993	6.335	1.758	3,60	1.757,6	3.496		90	4.486	371	1.666	1,00	2.928,5
1994	6.406	1.841	3,48	1.848,1	3.824		100	4.552	365	1.661	1,00	3.070,1

RELAÇÕES DE CAUSA-EFEITO IMPORTANTES ENTRE AS VARIÁVEIS NO MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Entre as 21 variáveis apresentadas na 2a. rodada foram selecionadas as 11 mais relevantes, segundo o julgamento coletivo, pede-se:

- observar cada coluna individualmente, a variável nela representada é de efeito (resultante);
- as variáveis listadas nas linhas são aquelas que causam perturbações (explicativas);
- sendo assim, leia-se para cada coluna: $\text{col}(\text{var}) = f[\text{linhas}(\text{var})]$
- indique com um "+" aquelas linhas que causam forte perturbação direta na coluna;
- indique com um "-" aquelas linhas que causam forte perturbação inversa na coluna;
- evite relações reflexivas do tipo "A" afeta "B" e "B" afeta "A";
- muitas relações geram um "emaranhado" complexo, escolha apenas aquelas relevantes.

Variável		LRES	POPU	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES											
População Estadual Urbana	POPU											
Taxa de atendimento urbano	ATUR											
Renda pessoal disponível	REND											
Média de moradores por domicílio	MO/D											
Preço médio da eletricidade	PELE											
Carga média de eletrodomésticos	CELD											
Coeficiente de distribuição de renda	GINI											
PIB estadual per capita	PB/P											
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC											
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD											

Data: ___ de julho de 1995

Entrevistado:

Em caso de dúvidas ligar para o ramal 4715 da Sede

Favor remeter este questionário até 19 de julho para a CDC/NUPV - Edifício Sede - 10º andar
aos cuidados de José Roberto Ribas - ramal 4715, ou pelo Fax # 331-3275

**RELAÇÕES DE CAUSA-EFEITO IMPORTANTES ENTRE AS VARIÁVEIS NO
MERCADO RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA
RESULTADOS DA PRIMEIRA RODADA**

Variável		LRES	POPU	ATUR	REND	MO/D	PELE	CELD	GINI	PB/P	DCOC	HELD
Número de ligações residenciais	LRES			6(+)		2(+)	1(-)	1(-)	1(-)		1(+) 1(-)	1(+)
População Estadual Urbana	POPU	9(+)		4(+) 1(-)		4(+)			1(-)	4(-)	4(+)	
Taxa de atendimento urbano	ATUR	4(+)									1(+) 2(-)	1(+)
Renda pessoal disponível	REND	5(+) 1(-)	2(+)	4(+)		4(-)	2(+)	8(+)	1(+) 1(-)	4(+)	3(+)	6(+) 1(-)
Média de moradores por domicílio	MO/D	5(-)	1(+)	2(+)	1(-)		1(-)	4(+)	1(-)		2(-)	7(+)
Preço médio da eletricidade	PELE	1(+) 3(-)		4(-)	1(-)	1(-)		5(-)		1(+)		8(-)
Carga média de eletrodomésticos	CELD				1(+)		1(-)					3(+) 2(-)
Coeficiente de distribuição de renda	GINI	1(+) 2(-)	1(+)	1(+) 2(-)	3(+)	2(+)	2(+)	1(+) 2(-)		1(-)	1(+)	1(+) 1(-)
PIB estadual per capita	PB/P	3(+) 1(-)	2(+)	3(+)	7(+)	2(-)		3(+)	1(+) 1(-)		3(+)	5(+)
Quantidade de domicílios ocupados	DCOC	6(+)	2(+)	3(+) 1(-)		3(+) 2(-)	1(-)	1(+) 1(-)				1(+)
Horas de uso dos eletrodomésticos	HELD			1(+)	1(+)			2(+) 1(-)				

ESTIMATIVAS DAS PROBABILIDADES PARA AS FAIXAS DE VALORES DAS VARIÁVEIS EXÓGENAS
PRIMEIRA RODADA

POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 6679	6679 - 6759	6759 - 6840	> 6840	< 6842	6842 - 6993	6993 - 7147	> 7147
A	0	30	70	0	0	30	70	0
B	0	25	75	0	0	20	80	0
C	0	50	30	20	0	50	40	10
D	0	10	30	60	20	80	0	0
E	5	10	15	70	5	10	15	70
F	0	10	70	20	0	10	80	10
G	5	10	35	50	5	15	30	50
H	0	0	80	20	0	10	60	30
I	10	45	45	0	0	30	50	20
J	5	10	20	65	5	15	50	30
K	10	50	40	0	20	55	25	0
L	5	60	35	0	10	60	30	0
M	0	3	20	77	0	5	35	60
N	0	10	30	60	0	10	30	60
O	0	10	30	60	0	5	35	60
MÉDIA	2,67	22,20	41,67	33,47	4,33	27,00	42,00	26,67

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 3824	3824 - 4566	4566 - 5125	> 5125	< 3824	3824 - 5293	5293 - 6540	> 6540
A	20	60	20	0	10	80	10	0
B	5	30	65	0	0	30	70	0
C	0	55	45	0	0	60	40	0
D	0	70	25	5	0	90	10	0
E	5	40	40	15	5	40	40	15
F	0	0	70	30	0	0	60	40
G	5	10	60	25	5	15	50	30
H	0	60	40	0	0	60	40	0
I	0	30	60	10	0	10	80	10
J	0	30	50	20	5	30	60	5
K	0	40	50	10	0	30	60	10
L	0	55	40	5	0	50	40	10
M	0	15	80	5	0	20	78	2
N	10	50	40	0	0	50	35	15
O	3	90	7	0	0	95	5	0
MÉDIA	3,20	42,33	46,13	8,33	1,67	44,00	45,20	9,13

PREÇO MÉDIO DE ELETRICIDADE - PELE								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 88	88 - 100	100 - 119	> 119	< 80	80 - 100	100 - 138	> 138
A	0	0	70	30	0	0	90	10
B	0	40	60	0	0	40	60	0
C	0	0	60	40	0	0	80	20
D	0	70	30	0	0	40	60	0
E	5	20	45	30	5	15	55	25
F	0	0	90	10	0	0	80	20
G	0	10	50	40	0	5	60	35
H	0	60	30	10	0	70	30	0
I	0	0	60	40	0	0	80	20
J	90	9	1	0	10	85	5	0
K	0	45	55	0	0	55	45	0
L	0	50	50	0	5	60	35	0
M	60	30	10	0	20	65	15	0
N	0	40	50	10	0	10	80	10
O	5	50	40	5	5	60	30	5
MÉDIA	10,67	28,27	46,73	14,33	3,00	33,67	53,67	9,67

ESTIMATIVAS DAS PROBABILIDADES PARA AS FAIXAS DE VALORES DAS VARIÁVEIS EXÓGENAS
SEGUNDA RODADA

POPULAÇÃO ESTADUAL URBANA - POPU								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 6679	6679 - 6759	6759 - 6840	> 6840	< 6842	6842 - 6993	6993 - 7147	> 7147
A	0	30	70	0	0	30	70	0
B	0	25	75	0	0	20	80	0
C	0	65	30	5	0	65	30	5
D	0	10	30	60	20	80	0	0
E	5	10	15	70	5	10	15	70
F	0	10	70	20	0	10	80	10
G	5	10	35	50	5	15	30	50
H	0	0	80	20	0	0	70	30
I	10	60	30	0	10	80	10	0
J	5	10	20	65	5	15	50	30
K	10	50	40	0	20	55	25	0
L	5	60	35	0	10	60	30	0
M	0	3	20	77	0	5	35	60
N	0	10	30	60	0	10	30	60
O	0	10	30	60	0	5	35	60
MÉDIA	2,67	24,20	40,67	32,47	5,00	30,67	39,33	25,00

PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA - PB/P								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 3824	3824 - 4566	4566 - 5125	> 5125	< 3824	3824 - 5293	5293 - 6540	> 6540
A	20	60	20	0	10	80	10	0
B	5	30	65	0	0	30	70	0
C	0	85	15	0	0	95	5	0
D	0	90	5	5	0	90	10	0
E	5	10	50	35	5	15	60	20
F	0	0	70	30	0	0	60	40
G	5	10	60	25	5	15	50	30
H	0	60	40	0	0	60	40	0
I	0	30	60	10	0	10	80	10
J	0	30	50	20	5	30	60	5
K	0	40	50	10	0	30	60	10
L	0	55	40	5	0	50	40	10
M	0	15	80	5	0	20	78	2
N	10	50	40	0	0	50	35	15
O	3	90	7	0	0	95	5	0
MÉDIA	3,20	43,67	43,47	9,67	1,67	44,67	44,20	9,47

PREÇO MÉDIO DE ELETRICIDADE - PELE								
	ANO 2000				ANO 2005			
	< 88	88 - 100	100 - 119	> 119	< 80	80 - 100	100 - 138	> 138
A	0	0	70	30	0	0	90	10
B	0	40	60	0	0	40	60	0
C	0	0	60	40	0	0	80	20
D	5	90	5	0	0	40	60	0
E	5	10	45	40	5	10	55	30
F	0	0	90	10	0	0	80	20
G	0	10	50	40	0	5	60	35
H	0	60	40	0	0	70	30	0
I	0	0	60	40	0	0	80	20
J	90	9	1	0	10	85	5	0
K	0	45	55	0	0	55	45	0
L	0	50	50	0	5	60	35	0
M	60	30	10	0	20	65	15	0
N	0	40	50	10	0	10	80	10
O	5	50	40	5	5	60	30	5
MÉDIA	11,00	28,93	45,73	14,33	3,00	33,33	53,67	10,00