

---

**ERRO MÉDIO DE PREVISÃO DE CARGA DE CURTO PRAZO  
DA CEMIG ENTRE OS ANOS 2000 A 2006**

**RICARDO ERNESTO ROSA DOS SANTOS**

**Monografia submetida à Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Engenharia de Sistemas Elétricos de Potência – CESEP, Ênfase: Proteção Elétrica, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado da Especialização.**

**Aprovada em 30 de outubro de 2007**

---

**Peterson de Resende- Dr.  
Supervisor**

---

**Silvério Visacro Filho - Dr.  
Coordenador do CESEP**

---

---

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2. PREVISÕES DE CARGA</b>	<b>7</b>
2.1 GENERALIDADES.....	7
2.2 REALIZAÇÃO DA PREVISÃO DE CARGA .....	7
2.3 PRAZOS E REQUISITOS RELACIONADOS ÀS PREVISÕES .....	9
2.4 FERRAMENTAS E RECURSOS COMPUTACIONAIS .....	12
2.5 PRINCIPAIS CLIENTES DO PROCESSO DE PREVISÃO DE CARGA .....	13
<b>3. O PROCESSO DE PREVISÃO DE CARGA</b>	<b>14</b>
3.1 MODELOS DE PREVISÃO DE CARGA .....	14
3.2 MACRO FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PREVISÃO DE CARGA .....	16
3.3 ETAPA DE PLANEJAMENTO DAS PREVISÕES .....	17
3.3.1 Descrição da Elaboração da previsão ON-LINE .....	17
3.3.2 Descrição da Elaboração da previsão OFF-LINE .....	18
3.3.3 Descrição da Elaboração da previsão curto prazo ..	19
3.3.4 Descrição da Elaboração da previsão médio prazo .....	20
<b>4. DEFINIÇÕES</b>	<b>22</b>
4.1 DEFINIÇÕES RELEVANTES .....	22
<b>5. DESENVOLVIMENTOS E RESULTADOS</b>	<b>25</b>
5.1 DADOS ANO 2000.....	25
5.2 DADOS ANO 2001 .....	26
5.3 DADOS ANO 2002 .....	28
5.4 DADOS ANO 2003 .....	29
5.5 DADOS ANO 2004.....	31
5.6 DADOS ANO 2005 .....	32
5.7 DADOS ANO 2006 .....	33
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>35</b>

---

<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>36</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>38</b>
8.1 CURVAS DE CARGA E FATORES DE INFLUÊNCIA.....	38
8.2 O COS .....	44

---

# Resumo

Através da verificação do desvio de previsão de carga dos anos de 2000 a 2006, pretende-se com esse trabalho explicar as causas dos desvios entre as previsões de carga elaboradas pela equipe de Gerenciamento da Carga da CEMIG e a carga verificada nos vários anos pelo ONS.

Espera-se identificar diferenças significativas do erro médio de previsão de carga da CEMIG antes e após o racionamento.

Será proposto que os dados de carga dos anos anteriores ao racionamento sejam descartados como característicos da carga da CEMIG em futuros trabalhos inclusive na elaboração de previsões de carga.

---

# 1 Introdução

Este trabalho propõe o levantamento do erro médio das previsões de carga de curto prazo efetuadas pela equipe de Gerenciamento de carga da CEMIG e enviadas ao ONS entre os anos 2000 e 2006 e os compara com as cargas verificadas e consolidadas ao longo dos respectivos anos.

O trabalho procura identificar uma melhora do processo de previsão de carga ao longo dos anos 2000 a 2006. E compara o desempenho do atual método de previsão de carga de curto prazo da CEMIG com a realidade verificada nos diferentes anos.

O trabalho não leva em conta e nem propõe um modelo para um sistema de previsão de cargas de curto prazo que leva em conta as diferenças regionais e a dinâmica da demanda por carga em um mercado de energia elétrica heterogêneo como o do Estado de Minas Gerais.

Espera-se identificar diferenças significativas do erro médio de previsão de carga da CEMIG antes e após o racionamento. A partir desse erro poderemos associar um novo perfil de crescimento de carga após o racionamento e demonstrar um novo comportamento de consumo de energia elétrica dos consumidores da CEMIG sejam eles residenciais, industriais ou comerciais.

Esse novo comportamento perante o consumo de energia elétrica seria efeito do racionamento sofrido por todos os consumidores nos anos de 2002 e 2003.

O trabalho ainda verifica a possibilidade de propor que os dados dos anos anteriores ao racionamento não são mais característicos da atual realidade dos consumidores da CEMIG. Assim tenta-se estabelecer que esses dados não podem ser utilizados para a realização de futuras previsões de carga da CEMIG.

A base de dados consolidados e as previsões de carga efetuadas pela equipe de Gerenciamento de Carga da CEMIG utilizadas para essas comparações é disponibilizada pela CEMIG e pelo ONS.

O Capítulo 2 abordará os requisitos de realização dos vários tipos de previsões de carga elaboradas pela equipe de Previsões da CEMIG, bem como parâmetros de controle e prazos de realização.

---

Os vários métodos de previsões de carga e os métodos utilizados pela CEMIG nas principais previsões realizadas pela sua equipe responsável, são apresentados no Capítulo 3.

As principais definições necessárias para o bom entendimento do trabalho são os assuntos do Capítulo 4.

No capítulo 5 são apresentados e tratados através de gráficos os dados de previsões de carga enviadas e carga verificada dos anos de 2000 a 2006. Alguns dados relevantes que foram objetos de considerações para a realização das previsões dos anos em estudo são apresentados.

As conclusões do trabalho serão os assuntos tratados no Capítulo 6.

Constam ainda nesse trabalho, importantes referências bibliográficas sobre o assunto Previsão de Carga e dois apêndices sobre os variados fatores de influência em uma previsão de carga e outro sobre o COS da CEMIG.

---

## 2 Previsões de Carga

### 2.1 Generalidades

A importância das previsões de carga tem crescido recentemente.

Com os processos de privatização e implantação de competição no setor elétrico brasileiro, a previsão de tarifas de energia vai se tornar extremamente importante.

As previsões das cargas elétricas são fundamentais para alimentar as ferramentas analíticas utilizadas na sinalização das tarifas.

Em consequência destas mudanças estruturais no setor, a variabilidade e a não-estacionaridade das cargas elétricas tendem a aumentar devido à dinâmica dos preços da energia.

Em função das mudanças estruturais do setor elétrico, previsores mais autônomos são necessários para o novo cenário que se aproxima.

As ferramentas disponíveis no mercado internacional para previsão de carga elétrica requerem uma quantidade significativa de informações on-line, principalmente no que se refere a dados meteorológicos.

Na operação de um sistema de energia elétrica, uma etapa importante é a determinação da programação da operação diária, a qual determina um plano de produção de energia elétrica para o(s) próximo(s) dia(s) para cada uma das unidades geradoras do sistema, geralmente em base horária ou de meia hora.

Esta programação é utilizada pela operação em tempo real do sistema como uma referência operativa, e por isso é importante que a solução proposta assegure uma operação adequada do sistema.

A Área de Gerenciamento da Carga da CEMIG tem como um de seus processos a Previsão de Carga. Este processo tem como objetivo a elaboração de previsões de carga da área Minas em vários horizontes de tempo, a Curtíssimo, Curto e Médio prazos.

### 2.2 Realização da Previsão de Carga

O processo de previsão de carga se divide em:

---

- Previsão de Carga Ativa de Curtíssimo Prazo
- Previsão de Carga Ativa de Curto Prazo
- Previsão de Carga Ativa de Médio Prazo.

A Previsão de Carga Ativa de Curtíssimo Prazo engloba a Previsão On-Line e a Previsão Off-Line. Tem como produtos:

- Previsões de Carga Diária com integralização de 15 minutos para a área Minas
- Previsões de Carga Diária com integralização de 15 minutos para as regionais: Metropolitana, Norte, Sudeste, Leste, Triângulo, Oeste-Passos, Oeste-Gafanhoto, Sul-Poços e Sul-Lavras.

A Previsão de Carga Ativa de Curto Prazo engloba, para a área Minas, os seguintes produtos:

- Previsão Semanal
  - energia e demanda na ponta
- Previsão Mensal
  - energia e demanda semanais
  - energia e demandas mensal (ponta e fora de ponta)
  - desagregação em patamares (carga média, leve e pesada)
  - curvas de carga típicas mensais por dia de semana
- Previsão Quadrimestral
  - curvas de carga típicas mensais por dia de semana

A Previsão de Carga Ativa de Médio Prazo engloba a Previsão Anual da área Minas, para um horizonte do ano seguinte e sua desagregação mensal.

Tem como produto:

- curvas de carga típicas para cada mês (mínima, máxima, segunda-feira, terça a sexta-feira, sábado, domingo)
-

- energia e demandas mensais na ponta e fora de ponta

## 2.3 Prazos e Requisitos Relacionados às Previsões

Entradas:

Dados de curvas de carga do sistema elétrico da área Minas e suas regionais em intervalos de 15 em 15 minutos, coletadas da intranet da CEMIG no site GERAIS.

- Dados verificados/previstos de acréscimos e reduções de carga dos grandes clientes, informados pela área comercial da CEMIG (modulações e reduções de carga e comercialização de energia) e da área de Programação da PO/GT (cortes de carga e desligamentos programados)
- Informações de perda de carga verificadas em ocorrências no sistema obtidas da intranet da CEMIG no site GERAIS.
- Informações econômicas e da mídia, através da leitura diária de jornais e sites da internet
- Informações da previsão de mercado da área de planejamento de mercado da CEMIG

Requisito de desempenho da entrada:

- Curvas de carga disponíveis.
- Dados verificados/previstos de acréscimos e reduções de carga dos grandes clientes disponíveis.
- Informações de perda de carga em ocorrências/intervenções no sistema disponíveis.
- Informações econômicas disponíveis.
- Informações da previsão de mercado da CEMIG disponíveis.

Saída:

- Previsões de carga.
-

Requisito de saída:

- Previsões de carga dentro dos limites de desvios estabelecidos pelos clientes (diária, semanal e mensal-energético), a saber

Esses limites foram estabelecidos para a certificação do processo de previsão de carga na ISO 9000 em 2005.

Previsão	Desvio máximo (%)
Previsão de Carga Ativa de Curtíssimo Prazo	2
Previsão de Carga Ativa de Curto Prazo	3
Previsão de Carga Ativa de Médio Prazo.	5

- Previsão de carga dentro dos prazos estabelecidos pelos clientes e procedimentos de rede do ONS.

Os prazos para entrega das previsões são definidos conforme descrito a seguir:

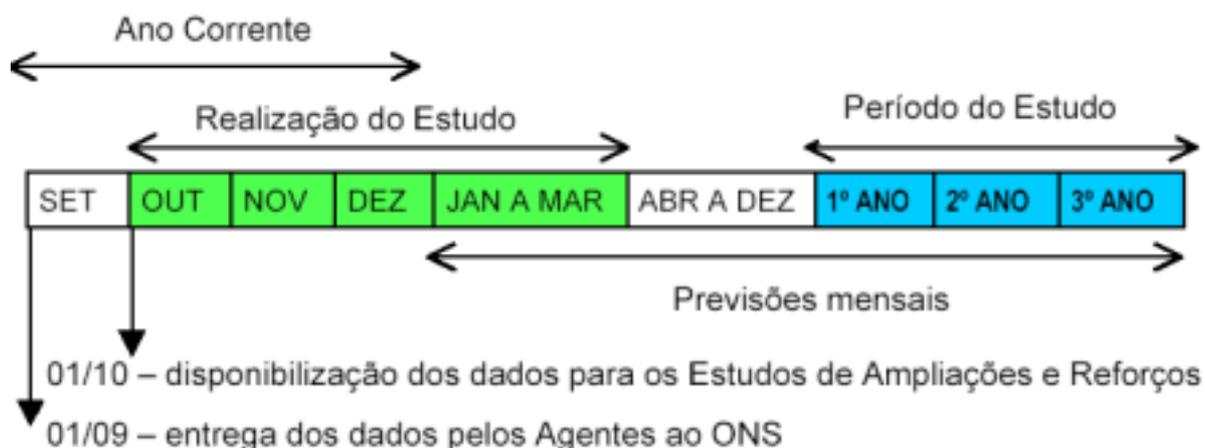
1. Previsão On-Line: elaborada de forma automática e contínua.
2. Previsão Off-Line: elaborada com 48 horas de antecedência nos dias úteis conforme o seguinte cronograma:

<b>Dia de Elaboração da Previsão</b>	<b>Dia(s) a ser(em) Previsto(s)</b>	<b>Dia a ser revisto</b>
2ª feira	4ª feira	3ª feira
3ª feira	5ª feira	4ª feira
4ª feira	6ª feira	5ª feira
5ª feira	Sábado e Domingo	6ª feira
6ª feira	2ª feira e 3ª feira	-

Obs: Quando da ocorrência de datas especiais que exijam a elaboração de previsões para vários dias, serão divulgados pelo ONS cronogramas específicos para elaboração das mesmas.

Previsão Mensal e desagregação semanal: elaboradas até o dia 22 ou último dia útil anterior ao dia 22 do mês anterior ao mês de estudo conforme o cronograma abaixo. As revisões das Previsões Semanais deverão ser entregues nas quartas-feiras que antecedem o início da semana.





## 2.4 Ferramentas e recursos computacionais

As ferramentas utilizadas para a elaboração das previsões são:

- GC Aplicativos
- Previsor On-line
- Previsor Off-line
- FMP (Forecast Master Plus)
- Planilhas em Excel

A ferramenta GC Aplicativos é utilizada para analisar, consistir e armazenar as informações de carga verificada, disponibilizando-as para as ferramentas de previsão de carga a serem utilizadas.

A ferramenta do Previsor On-line é um sistema computacional dedicado que realiza previsões em intervalos de 15 minutos até 168 horas a frente, automaticamente, disponibilizando essas previsões para o COS (Tempo Real) e todos usuários da intranet CEMIG, através do site GERAIS.

A ferramenta do Previsor Off-line é um sistema computacional dedicado utilizado para realizar previsões em intervalos de 15 minutos até 168 horas a frente, com intervenção do técnico responsável.

A ferramenta FMP é um pacote computacional, adquirido de terceiros, utilizado para realizar previsões em intervalos mensais, com intervenção do técnico responsável.

As planilhas em Excel são utilizadas para a realização de ajustes nas previsões mensais além da elaboração de previsões semanais, desagregação por patamares e previsão de curvas típicas, máximas e mínimas.

Todos os software's ou aplicativos utilizados na rotina tem a validação do(s) resultado(s) encontrado(s) a cada utilização dos dados gerados.

Após a elaboração das previsões, essas são validadas pelo responsável e disponibilizadas aos clientes através de e-mail's ou em locais pré-definidos na rede corporativa, ou ainda transferidas diretamente para o sistema de recebimento de dados do ONS, dentro dos formatos e prazos estabelecidos pelos clientes internos e pelos procedimentos de rede do ONS.

## **2.5 Clientes do processo de Previsão de Carga**

Os clientes do processo de Previsão de Carga são:

- COS-Tempo real
  - COS-Programação
  - Área de Planejamento Energético da CEMIG
  - Áreas de Planejamento Elétrico da CEMIG
  - Área de Planejamento de Mercado da CEMIG
  - ONS
-

## 3 O Processo de Previsão de Carga

### 3.1 Modelos de Previsão de Carga Elétrica

A maioria dos modelos usuais de previsão já foi experimentado na previsão de carga: modelos auto-regressivos multiplicativos (El-Keib et al, 1995), modelos dinâmicos lineares (Douglas et al, 1998), modelos não lineares (Sadownik e Barbosa, 1999) e métodos baseados no filtro de Kalman (Silva,2001). Entre os modelos causais, nos quais a carga é modelada como função de alguma variável exógena, têm sido tentadas as funções de transferências de Box & Jenkins (Hagan e Behr, 1987), modelos ARMAX (Yang et al, 1996), técnicas de otimização (Yu, 1996) e modelos estruturais (Harvey e Koopman, 1993).

Apesar do grande número de alternativas, contudo, os modelos causais mais freqüentes encontrados na literatura são os modelos lineares aditivos que decompõem a carga, geralmente, em um componente básico e um componente relacionado com o clima (Bunn, 1985). O componente básico deve refletir o comportamento normal da série de cargas, é equivalente ao valor esperado da carga, dados os valores passados da série, se não houver nenhuma circunstância anômala. O componente relacionado com o clima deve modelar a influência das variáveis meteorológicas na carga. É evidente que, parte desta influência já foi explicada pelo componente básico, já que o efeito do clima tende a se inserir nos valores passados da série, no entanto, este componente em geral só é significativo quando ocorrem mudanças meteorológicas inesperadas. Estes métodos de decomposição são bastante úteis, porque é possível atribuir aos componentes uma interpretação física, o que permite aos operadores do sistema entenderem melhor o comportamento da série, e permite aos agentes do mercado entenderem melhor os mecanismos causadores da volatilidade.

Na década de 90, a grande presença dos sistemas especialistas é marcante. Os modelos são baseados em rede neural (Hsu e Yang, 1991; Hippert, 2001), lógica nebulosa (Hsu e Ho, 1992), sistemas neuro-nebulosos (El-Sharkawi, 1997) e modelagem estatística combinada com uma ou com algumas dessas técnicas (Lourenço, 1998).

---

Parte dos artigos investigados se interessava por previsões pontuais: da carga uma hora à frente, da carga de pico ou da energia total um dia à frente. A outra parte dos artigos tratava do problema mais complexo de previsão: a curva de carga horária para o dia seguinte.

Quatro abordagens diferentes foram mencionadas nos artigos, para possibilitar a previsão da curva de carga horária para o dia seguinte:

- Previsão Iterativa: consiste em prever um valor horário de cada vez e agregar este valor à série de entradas do modelo, de modo que, as previsões para os valores seguintes são baseadas nas previsões anteriores (incerteza crescerá);
- Previsão por meio de curva padrão: Consiste em criar um modelo para o perfil diário e explicar os desvios de carga em relação a este modelo como consequência do efeito de variáveis exógenas.
- Previsão por Modelos em Paralelo: Consiste em modelar perfil por meio de conjuntos de modelos similares em paralelo (um modelo para cada hora do dia). Uma desvantagem desta abordagem é a de que, por considerar cada hora em separado, os modelos não exploram suficientemente a autocorrelação entre as cargas em diferentes horas do perfil.
- Previsão por modelo único (saída multivariada): Consiste em usar um modelo único com 24 saídas, cada uma responsável pela previsão do perfil diário e as entradas do modelo em geral incluem todas as cargas do perfil.

O processo de previsão de carga na CEMIG se desenvolve essencialmente baseado em um programa de prazos previamente estabelecidos, oferecendo previsões dentro dos limites de precisão definidos pela área e acordado com os clientes.

O processo de previsão de carga atende às áreas de operação e planejamento da CEMIG e do ONS, sendo insumo para o PDO, PES, PMO, PAR, Planejamento da Operação Elétrica Quadrimestral e Planejamento da Operação Elétrica Anual.

O acompanhamento do verificado versus previsto é feito pela equipe de previsores na pós-operação.

Os dados verificados de carga da área Minas e regionais são obtidos através da intranet da CEMIG no site GERAIS.

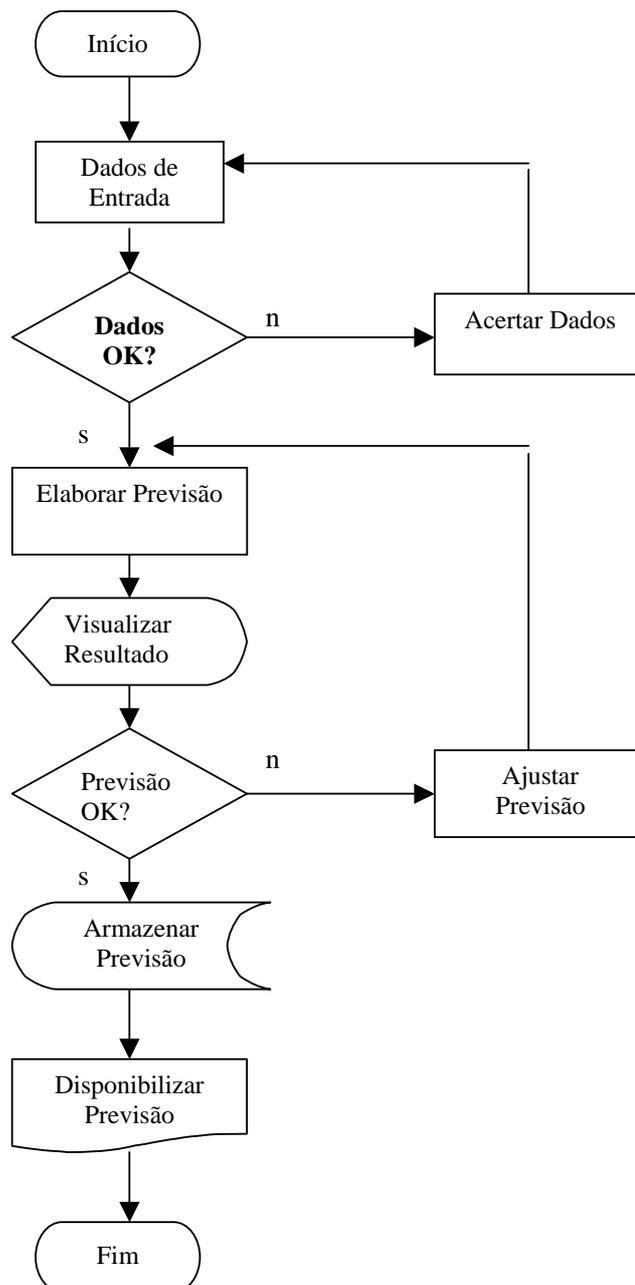
Após a elaboração das previsões pelo responsável, essas são armazenadas em arquivos eletrônicos e/ou encaminhadas para os clientes por e-mail ou ainda transferidas diretamente para o

---

sistema de recebimento de dados do ONS, dentro dos formatos e prazos estabelecidos pelos clientes internos e pelos procedimentos de rede do ONS.

### 3.2 Macro Fluxograma do processo de Previsão de Carga.

O macro-fluxograma apresentado a seguir contém as principais etapas do processo de Previsão de Carga.



### **3.3 Etapa de planejamento das Previsões**

Para melhor desempenho do processo de previsão, a equipe de previsores acompanha, desenvolve e participa de atividades relacionadas com as previsões de curtíssimo, curto e médio prazo, dentre estas atividades estão a participação em grupos de trabalho e a participação em reuniões de planejamento e programação.

Essas reuniões visam divulgar possíveis ações ou intervenções no sistema que podem afetar a carga.

Através da utilização do software GC Aplicativo é feita a consistência dos dados de carga verificada. Esta consistência é realizada diariamente pela equipe de previsores através da recomposição de possíveis informações incorretas nas leituras da carga verificada no dia anterior originais.

Uma vez realizada essa consistência os dados são armazenados em bancos de dados onde podem ser consultados ou recompostos para a realização de outras previsões.

#### **3.3.1 Descrição da elaboração da previsão On-line:**

Estas previsões são elaboradas automaticamente pelo sistema computacional Previsor On-line, em intervalos de 15 minutos, fazendo previsões de carga da área Minas e suas regionais para as próximas 24 horas à frente.

O objetivo destas previsões em tempo real é corrigir eventuais distorções provocadas por efeitos que não foram considerados na elaboração da Previsão de Carga Off-Line sejam eles fenômenos meteorológicos ou desligamento de grandes blocos de carga.

Todo início do dia à zero hora, além de fazer previsões para as próximas 24 horas o sistema também elabora previsões para até 168 horas à frente.

Os dados de entrada do previsor On-line são:

- Cargas verificadas coletadas do SSCD e armazenadas no sistema Previsor On-line de forma automática.
-

- Dados climatológicos verificados e previstos coletados da área de planejamento energético da CEMIG e armazenados no sistema Previsor On-line de forma automática.
- Dados de eventos verificados e previstos coletados pelo responsável e digitados no site Gerais, tendo como origem: área comercial da CEMIG, RDO, PLE, site Gerais, RDDDS.
- As saídas deste processo são previsões da área Minas e suas regionais, armazenadas em servidores corporativos e disponibilizadas através do site Gerais na Intranet da CEMIG.

### **3.3.2 Descrição da elaboração da previsão Off-line:**

Estas previsões são elaboradas através do uso do software Previsor Off-line, utilizado pelo responsável para a elaboração de previsões em intervalos de 15 minutos de carga da área Minas e suas regionais para o dia específico.

Este processo tem as seguintes entradas:

- Cargas verificadas coletadas do site Gerais na Intranet da CEMIG
- Dados climatológicos previstos pela área de planejamento energético da CEMIG e recebidos por e-mail (temperaturas máxima e mínima para Belo Horizonte)
- Eventos verificados e previstos coletados pelo responsável tendo como origem: área comercial da CEMIG, RDO, PLE, site Gerais.

Após a coleta das informações de entrada, são realizadas as previsões pelo responsável que tem como função criticar as previsões elaboradas, buscando sempre cumprir os prazos determinados pelos clientes. Esta crítica pode resultar em ajustes nos valores inicialmente previstos pelo software Previsor Off-Line.

As saídas deste processo são previsões da carga da área Minas e suas regionais, armazenadas na rede corporativa e disponibilizadas para os clientes através do site Gerais na Intranet da CEMIG e do SSCD.

---

### **3.3.3 Descrição da elaboração da previsão Curto Prazo:**

Estas previsões são elaboradas pelo responsável através da utilização do software FMP e de Planilhas eletrônicas, que geram previsões de carga Semanal, Mensal e Quadrimestral. Tem como produtos:

- energia e demanda semanal
- energia e demandas mensais (ponta e fora de ponta)
- desagregação em patamares (carga média, leve e pesada)
- curvas de carga típicas mensal por dia de semana típico

Este processo tem as seguintes entradas:

- Cargas verificadas coletadas no site Gerais na Intranet da CEMIG
- Energias de curto prazo em MW médios mensais coletadas da área comercial da CEMIG. Tais energias são produtos disponibilizados aos grandes clientes industriais em contratos específicos constando tempo e montantes definidos.
- Informações econômicas através da Mídia.
- Informações de consumo através de contatos com a equipe de mercado da CEMIG.

Após a coleta das informações de entrada, o responsável atualiza os históricos de carga das Planilhas eletrônicas e do Software FMP. Em seguida é feita a previsão de carga mensal utilizando o software FMP.

Através das Planilhas eletrônicas o responsável analisa os crescimentos e desvios verificados até a data da elaboração da previsão, projetando-se o fechamento do mês em curso. A seguir são também analisados os desvios verificados em relação aos valores previstos pela equipe de mercado da CEMIG, as variações das energias interruptíveis e desvios da sazonalidade da carga. Após estas análises o responsável, se necessário, faz ajustes nos valores previstos.

---

Utilizando as Planilhas eletrônicas são realizadas as previsões para o mês seguinte de demanda ponta, demanda fora de ponta, desagregação semanal, por patamar de carga (média, leve e pesada).

Utilizando as mesmas Planilhas eletrônicas são realizadas as previsões para o quadrimestre, conforme prazos definidos pelo ONS, de curvas típicas, máximas e mínimas por dias de semana (segunda, terça a sexta, sábado e domingo).

Semanalmente são informados à área de planejamento energético da CEMIG e ao ONS os valores de energia e demanda da carga da área Minas para as semanas seguintes.

As saídas deste processo são previsões de carga da área Minas que são armazenadas na rede corporativa e encaminhadas para os clientes por e-mail e cadastradas no site do ONS, dentro dos prazos acordados.

Os prazos derradeiros para remessa são informados pelo ONS a cada mês. Estes prazos estão disponíveis aos responsáveis no setor.

### **3.3.4 Descrição da elaboração da previsão Médio Prazo:**

Estas previsões são elaboradas pelo responsável através do uso de Planilhas Eletrônicas, que são utilizadas para produzir previsões de carga anuais com discretização mensal. Tem como produtos:

- energia e demandas mensais (ponta e fora de ponta).
- curvas de carga (típica, máxima, mínima) para cada mês por dia de semana (segunda, terça a sexta, sábado e domingo).

Este processo tem as seguintes entradas:

- Cargas verificadas coletadas site Gerais na Intranet da CEMIG
  - Energias de curto prazo em MW médios mensais coletadas da área comercial da CEMIG
  - Informações de consumo verificado/previsto através de contatos com a equipe de mercado da CEMIG.
-

Após a coleta das informações de entrada, o responsável atualiza os históricos das planilhas eletrônicas: carga, consumo faturado, fator de carga, demanda de ponta e valores de perdas elétricas da área Minas.

Em seguida é feita análise e fechamento pelo responsável pela previsão, em conjunto com representantes da equipe de mercado da CEMIG, dos valores de carga, fator de carga, sazonalidade, demanda de ponta e perdas elétricas previstas para o ano em curso e próximo ano.

As saídas deste processo são previsões de carga da área Minas que são armazenadas na rede corporativa e encaminhadas para os clientes por e-mail.

---

## 4 Definições Importantes

### 4.1 Definições relevantes para esse trabalho

Carga da Área Minas – Carga da área de atuação do COS da CEMIG, obtida através do somatório das gerações internas e do intercâmbio líquido com o sistema interligado.

COS – Centro de Operação do Sistema

FMP – Forecast Master Plus – pacote computacional estatístico para elaboração de previsões

PAR – Plano de Ampliações e Reforços na Rede Básica - proposta anual de ampliações e reforços das instalações da Rede Básica de transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN, apresenta a visão do ONS sobre as obras necessárias para preservar o adequado desempenho da rede, garantir o funcionamento pleno do mercado de energia elétrica e possibilitar o livre acesso dos agentes.

PDO – Programação Diária da Operação – Estudo elaborado pelo ONS que estabelece os programas diários de carga, geração e intercâmbios do SIN, visando garantir a otimização energética dos recursos de geração e a segurança operacional, pelo suprimento nas melhores condições técnicas (elétricas e energéticas), econômicas e com maior segurança operacional possível para atendimento às demandas previstas, considerando a integridade de equipamentos e as restrições existentes.

PES – Planejamento Energético Semana l– Estudo realizado pelo ONS que objetiva avaliar as estratégias operativas, as estratégias para controle de tensão e de carregamento em linhas de transmissão e equipamentos, os valores limites de transmissão nas interligações inter-regionais, os valores de geração térmica mínima para atendimento à carga e o desempenho elétrico do SIN com base nos critérios e padrões estabelecidos nos Procedimentos de Rede para os seguintes parâmetros de avaliação: frequência, estabilidade, controle de tensão e carregamentos de linhas de transmissão e equipamentos. Um dos insumos para a elaboração deste estudo são as curvas típicas da Previsão de Carga Semanal.

---

Planejamento da Operação Elétrica Anual – Estudo realizado pelo ONS que objetiva avaliar as estratégias operativas, as estratégias para controle de tensão e de carregamento em linhas de transmissão e equipamentos, os valores limites de transmissão nas interligações inter-regionais, os valores de geração térmica mínima para atendimento à carga e o desempenho elétrico do SIN com base nos critérios e padrões estabelecidos nos Procedimentos de Rede para os seguintes parâmetros de avaliação: frequência, estabilidade, controle de tensão e carregamentos de linhas de transmissão e equipamentos. Um dos insumos para a elaboração deste estudo é a Previsão de Carga Anual.

Planejamento da Operação Elétrica Quadrimestral – Estudo realizado pelo ONS que objetiva avaliar o desempenho da operação elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) no decorrer do quadrimestre em questão, levando-se em consideração a expansão do sistema de transmissão e/ou geração, a evolução da sua carga e os cronogramas de manutenção de unidades geradoras. Em função desta avaliação, são determinadas estratégias de operação tanto em condições normais, nos períodos de carga pesada, média, leve e mínima bem como em contingências nos principais pontos do sistema de transmissão e transformações. Tal estudo é atualizado mensalmente, de modo a considerar novas situações não previstas ou em função de variações das premissas consideradas.

PLE – Pedido de Liberação de Equipamentos. Documento de uso exclusivo da CEMIG utilizado para programação de manutenção de equipamentos do sistema.

PMO – Programa Mensal de Operação – Estudo elaborado pelo ONS que estabelece as diretrizes eletroenergéticas de curto prazo objetivando otimizar a utilização dos recursos de geração e transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN, segundo procedimentos e critérios consubstanciados nos Procedimentos de Rede, homologados pela ANEEL. São também consideradas as restrições físico-operativas de cada empreendimento de geração e transmissão, bem como as restrições relativas aos outros usos da água, estabelecidas pela Agência Nacional de Águas – ANA. A atualização semanal deste estudo origina o PES.

Previsor Off-Line – Sistema computacional dedicado utilizado pelos técnicos de previsão para a elaboração de previsões de carga diárias, discretizadas de 15 em 15 minutos, para até 168 horas adiante.

Previsor On-Line – Sistema computacional dedicado que elabora automaticamente a cada 15 minutos previsões de carga de 15 em 15 minutos para até 168 horas adiante.

---

Previsão de Carga Anual - Previsões de carga realizadas anualmente com discretização mensal conforme cronograma específico para atendimento ao Planejamento da Operação Elétrica Anual.

Previsão Quadrimestral - Previsões de carga realizadas a cada quatro meses e atualizadas mensalmente conforme cronograma específico para atendimento ao Planejamento da Operação Elétrica Quadrimestral.

Previsão Semanal – Previsões de carga semanais realizadas todas as quartas-feiras, para subsidiar a elaboração do PES.

RDDS – Relatório Diário de Desempenho do Sistema – Relatório contendo conjunto de documentos utilizados pelos Despachantes do COS para operar o sistema no dia anterior.

RDO – Relatório Diário da Operação – Relatório de intervenções programadas e contingências ocorridas no Sistema da CEMIG no dia anterior.

GC Aplicativo - Software utilizado para realizar consistência, extrair estatísticas e efetuar o armazenamento de dados de carga.

---

## 5 Desenvolvimento e Resultados

Nesse capítulo serão apresentados os dados obtidos e consolidados das previsões de carga da CEMIG efetuadas e verificadas pela equipe de Gerenciamento de Carga da CEMIG entre os anos de 2000 e 2006.

Alguns comentários sobre aspectos relevantes para a elaboração das previsões de carga serão feitos.

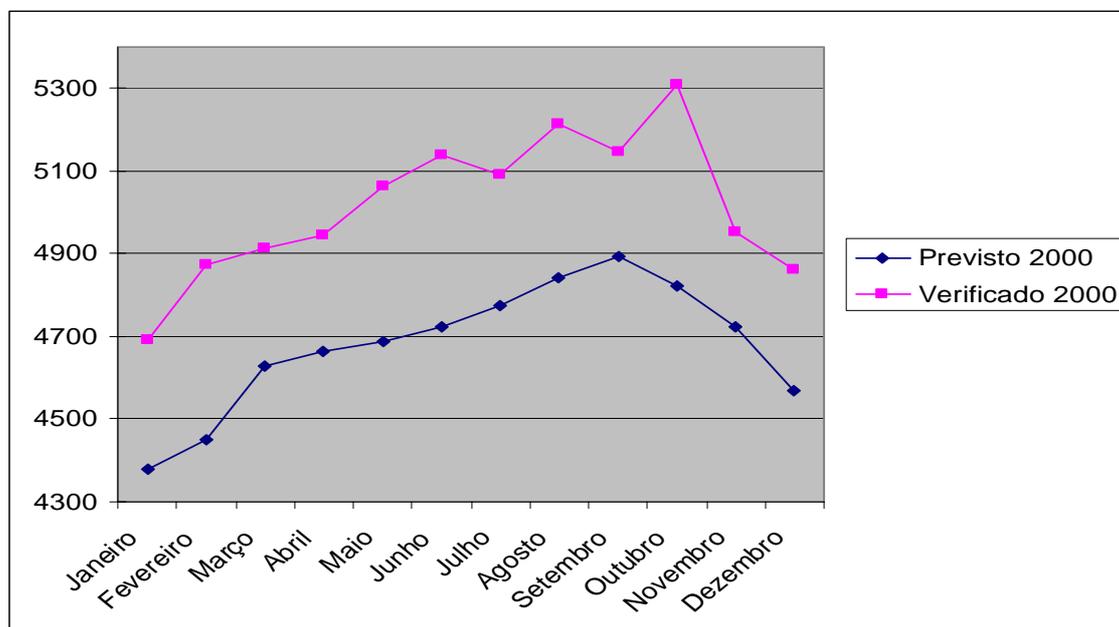
### 5.1 Dados ano 2000

O fato mais característico do ano de 2000, é o grande consumo de bens de capitais por parte dos consumidores Residenciais e Rurais motivados pela fartura de crédito no comércio.

Carga da Área Minas					
Ano/Meses	Previsto	2000	Verificado	2000	Desvio %
Janeiro	4379		4693		7,17
Fevereiro	4452		4873		9,46
Março	4630		4911		6,08
Abril	4663		4944		6,02
Maio	4688		5065		8,04
Junho	4725		5140		8,79
Julho	4773		5092		6,69
Agosto	4844		5213		7,61
Setembro	4892		5147		5,22
Outubro	4824		5308		10,03
Novembro	4722		4954		4,91
Dezembro	4568		4861		6,41
Carga média	4680		5016		
Desvio médio					7,20

Os grandes desvios de previsão são atribuídos como resultado do alto crescimento da carga devido ao aquecimento da economia fruto dos vários anos de estabilidade econômica proporcionada pelo Plano Real. Há uma dificuldade de se identificar um perfil de crescimento

elaborado com dados dos anos anteriores para o ano 2000 devido ao elevado consumo de bens de capital por parte dos consumidores Residenciais e Rurais.



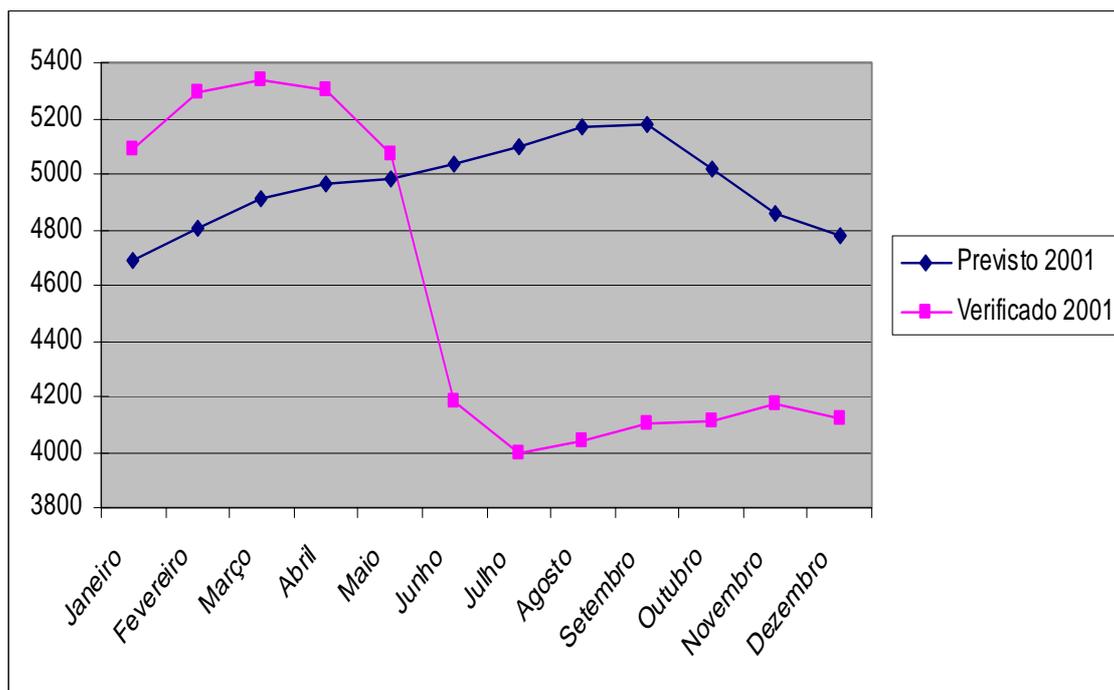
## 5.2 Dados ano 2001

Continua a fartura de crédito no comércio e os consumidores Residências e Rurais continuam adquirindo variados bens de consumo e com isso elevando os patamares de consumo de carga.

Há rumores de racionamento de energia nos meses do período seco do ano uma vez que no último período chuvoso não houve chuvas suficientes para a recuperação dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas.

Carga da Área Minas			
Ano/Meses	Previsto 2001	Verificado 2001	Desvio %
Janeiro	4688	5086	8,48
Fevereiro	4806	5297	10,21
Março	4910	5339	8,73
Abril	4961	5304	6,91
Maio	4981	5075	1,89
Junho	5034	4181	-16,94
Julho	5095	3994	-21,62
Agosto	5166	4040	-21,80
Setembro	5177	4099	-20,82
Outubro	5017	4109	-18,10
Novembro	4862	4171	-14,21
Dezembro	4777	4118	-13,80
Carga média	4956	4567	
Desvio médio			13,63

O forte crescimento da carga continua no início do ano mas após a instituição do racionamento de energia, dá-se uma queda acentuada de aproximadamente 20% em relação ao ano anterior. Os desvios de carga no racionamento foram maiores que os esperados pelos agentes de regulação do sistema elétrico devido à cooperação e participação em massa da população e pelo receio de multas aos que não reduzissem o consumo de energia.

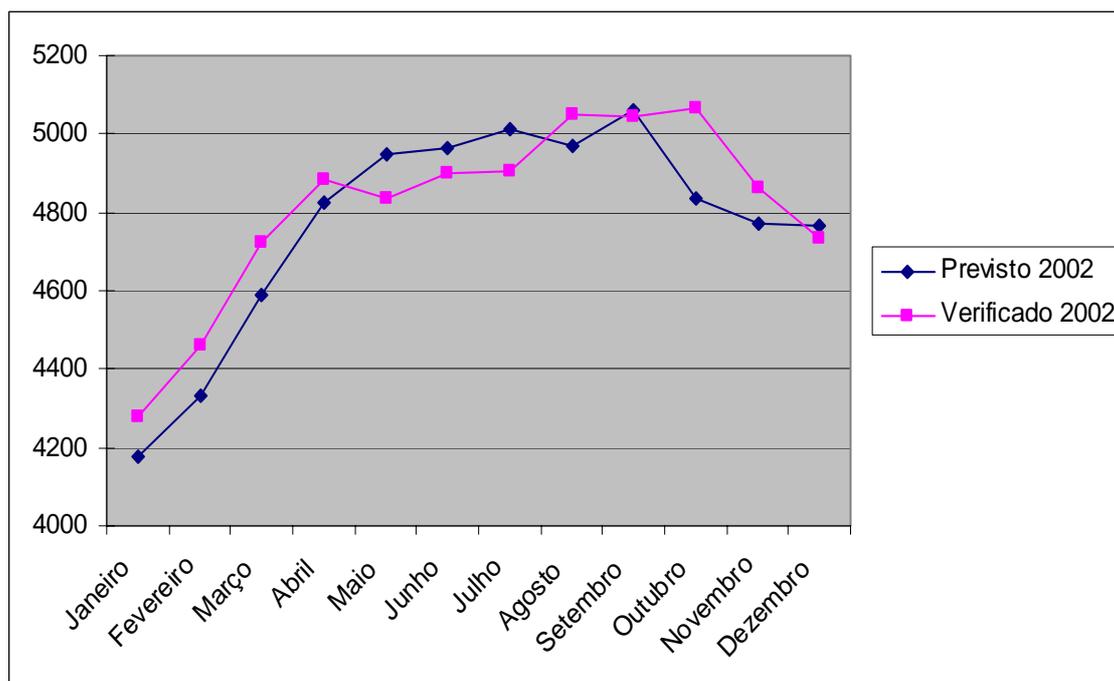


### 5.3 Dados ano 2002

O ano inicia-se com o racionamento e por isso a economia do País não cresce uma vez que persiste a participação da população com a redução do consumo e o temor aos que consomem mais que o permitido pelos órgãos reguladores.

Carga da Área Minas			
Ano/Meses	Previsto 2002	Verificado 2002	Desvio %
Janeiro	4179	4280	-2,36
Fevereiro	4334	4461	-2,85
Março	4591	4725	-2,84
Abril	4823	4886	-1,29
Maio	4948	4836	2,32
Junho	4963	4898	1,33
Julho	5014	4908	2,17
Agosto	4967	5048	-1,61
Setembro	5059	5044	0,29
Outubro	4836	5068	-4,58
Novembro	4769	4863	-1,93
Dezembro	4764	4736	0,59
<b>Carga média</b>	<b>4771</b>	<b>4813</b>	
<b>Desvio médio</b>			<b>2,01</b>

Os desvios de carga do ano de 2002 apesar do racionamento não são elevados pois foi considerado o comportamento de consumo do fim do ano anterior. E após o fim do racionamento persiste a retração do consumo devido à criação de novos hábitos de consumo de energia elétrica por parte de todas as classes de consumidores.

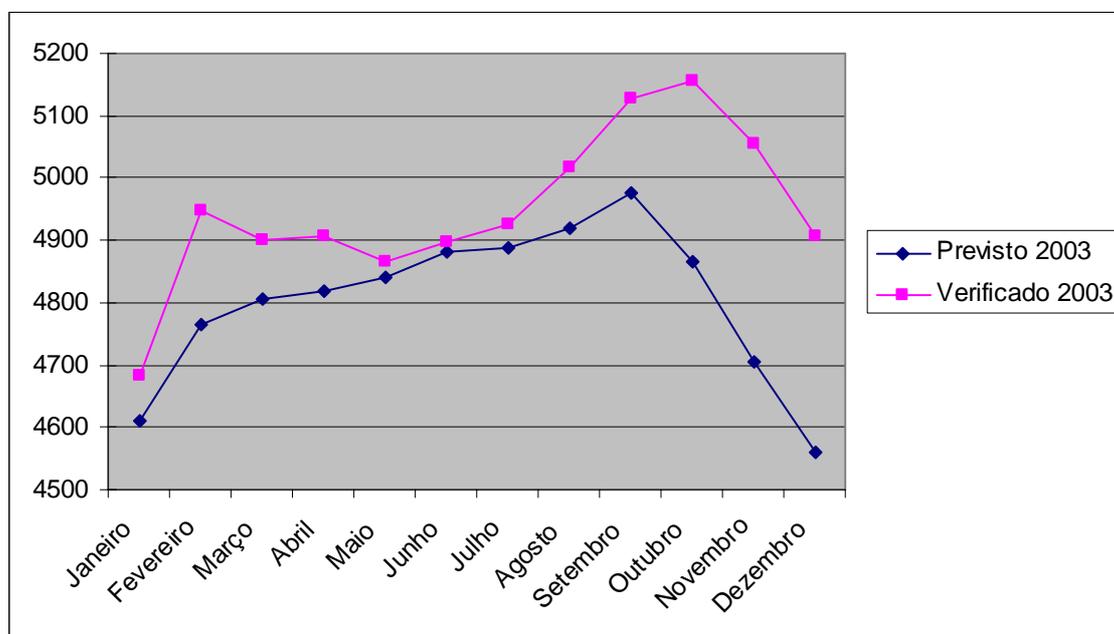


## 5.4 Dados ano 2003

Um ano marcado pela estagnação da carga efeito do racionamento terminado no ano anterior. Há dificuldade de se estabelecer um perfil de crescimento da carga devido aos novos hábitos de consumo dos consumidores.

Carga da Área Minas			
Ano/ Meses	Previsto 2003	Verificado 2003	Desvio %
Janeiro	4611	4684	-1,56
Fevereiro	4765	4948	-3,71
Março	4805	4901	-1,96
Abril	4818	4908	-1,84
Maió	4841	4866	-0,50
Junho	4882	4898	-0,32
Julho	4888	4925	-0,74
Agosto	4919	5017	-1,96
Setembro	4976	5128	-2,96
Outubro	4867	5156	-5,61
Novembro	4704	5055	-6,95
Dezembro	4561	4908	-7,07
Carga média	4803	4950	
Desvio medio			2,93

Há forte crescimento da carga no início do ano devido à base de comparação ser feita com dados do racionamento e ao se comparar com dados dos meses pós racionamento do ano anterior verifica-se a dificuldade de se identificar um perfil de crescimento da carga uma vez que há novos hábitos de consumo dos consumidores.

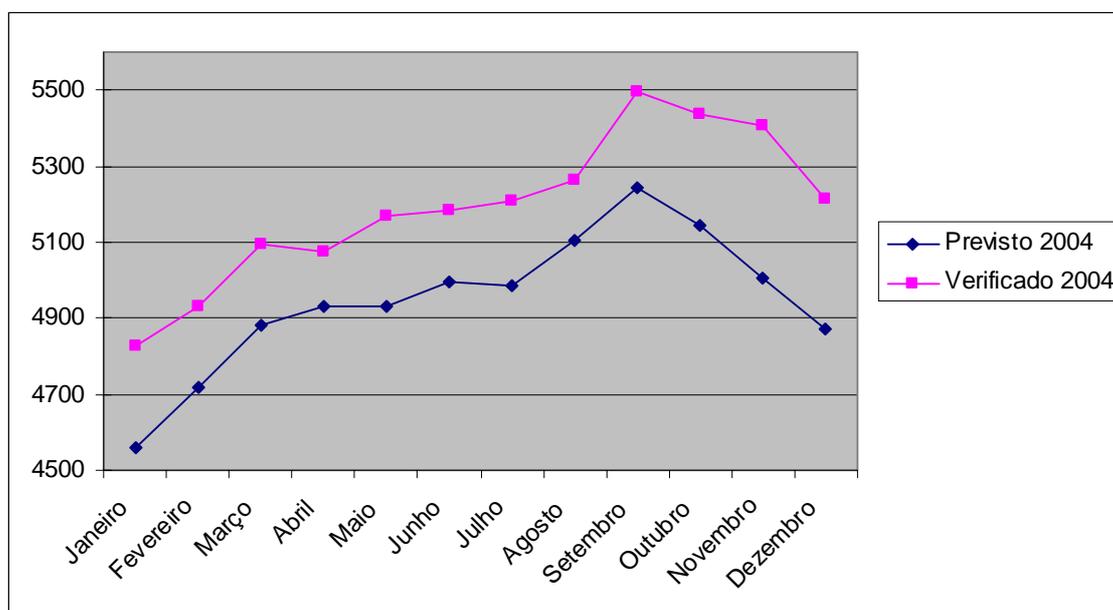


## 5.5 Dados ano 2004

Inicia-se um ciclo de crescimento da carga motivado pela aceleração da produção industrial e pelo relaxamento dos hábitos de economia aprendidos durante o racionamento.

Carga da Área Minas			
Ano/Meses	Previsto 2004	Verificado 2004	Desvio %
Janeiro	4561	4825	-5,46
Fevereiro	4719	4931	-4,31
Março	4880	5094	-4,19
Abril	4930	5074	-2,83
Maio	4933	5167	-4,52
Junho	4994	5182	-3,63
Julho	4987	5207	-4,23
Agosto	5102	5263	-3,05
Setembro	5244	5497	-4,60
Outubro	5146	5438	-5,37
Novembro	5005	5405	-7,40
Dezembro	4872	5212	-6,52
Carga média	4948	5191	
Desvio médio			4,68

Como não havia uma base confiável de dados para a elaboração das previsões de carga, grandes desvios de carga foram verificados no ano.

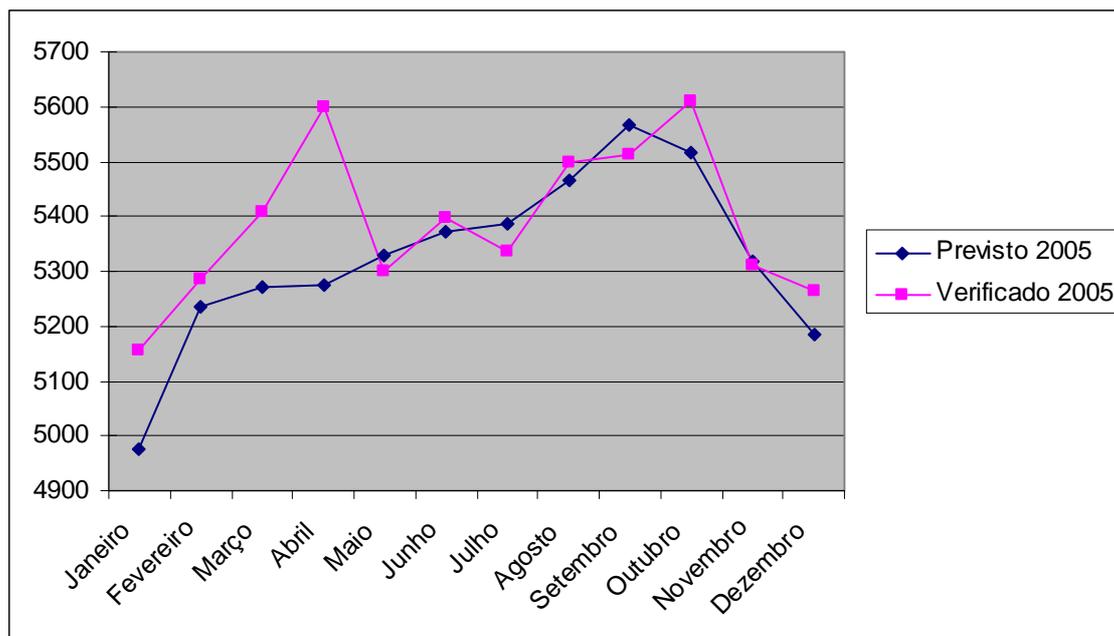


## 5.6 Dados ano 2005

Como no ano anterior a indústria foi a grande responsável pelo crescimento de carga mas há a recuperação do crescimento de carga dos consumidores residenciais motivados pelo consumo de bens de capital.

Carga da Área Minas			
Ano/Meses	Previsto 2005	Verificado 2005	Desvio %
Janeiro	4976	5155	-3,48
Fevereiro	5234	5286	-0,98
Março	5272	5410	-2,55
Abril	5275	5600	-5,80
Maio	5328	5301	0,50
Junho	5371	5398	-0,50
Julho	5385	5337	0,90
Agosto	5465	5498	-0,61
Setembro	5567	5514	0,96
Outubro	5515	5609	-1,67
Novembro	5319	5312	0,13
Dezembro	5183	5263	-1,52
Carga média	5324	5390	
Desvio médio			1,63

Não houve desvios significantes de carga uma vez que a base de dados do ano anterior forneceu dados confiáveis para a elaboração da previsão de carga. O mês de abril foi atípico devido às altas temperaturas verificadas no período que influenciaram fortemente a carga.

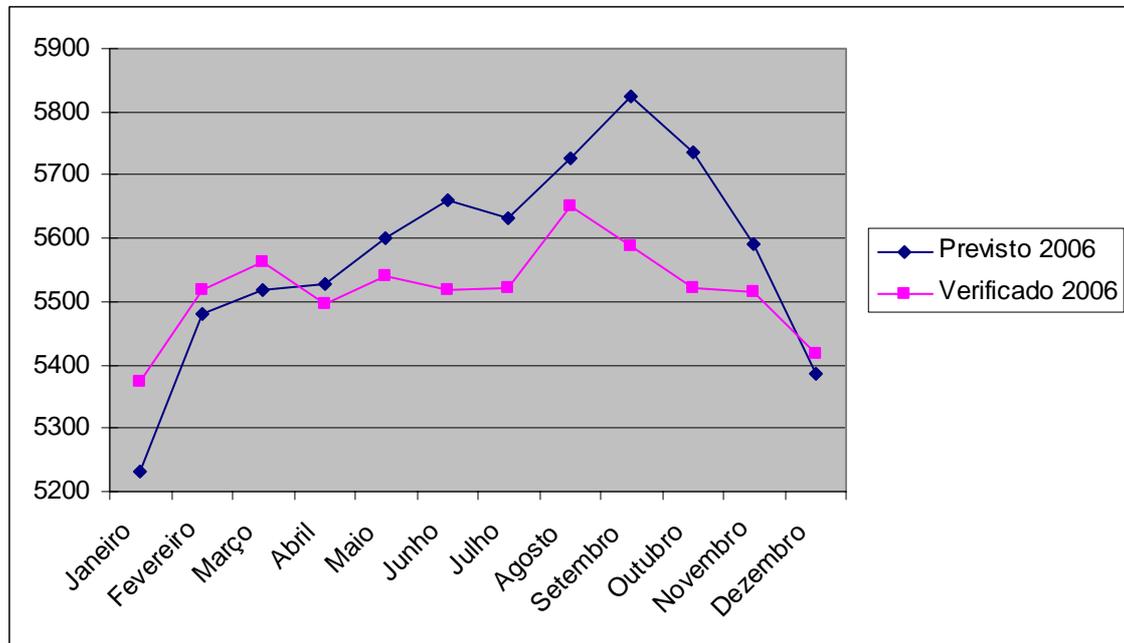


## 5.7 Dados ano 2006

A carga continua o período de crescimento mas não mais baseada na ociosidade da capacidade da indústria, por isso nos houve um crescimento aquém do esperado nos últimos quadrimestres do ano.

Carga da Área Minas			
Ano/Meses	Previsto 2006	Verificado 2006	Desvio %
Janeiro	5231	5372	-2,63
Fevereiro	5480	5520	-0,72
Março	5518	5562	-0,78
Abril	5528	5495	0,61
Maio	5600	5539	1,09
Junho	5659	5520	2,52
Julho	5633	5522	2,01
Agosto	5725	5650	1,34
Setembro	5825	5589	4,22
Outubro	5736	5522	3,88
Novembro	5591	5516	1,35
Dezembro	5385	5418	-0,61
Carga média	5576	5519	
Desvio médio			1,81

Os maiores desvios verificados no final do ano foram motivados pela não previsão da estagnação da capacidade ociosa da industria a partir do segundo semestre do ano.



## 6 Conclusão

Os dados utilizados para a realização desse trabalho são considerados precisos e foram fornecidos pela equipe de Gerenciamento da Carga da CEMIG.

As avaliações do comportamento da carga durante os vários anos foram realizadas baseadas em dados obtidos nos meios de comunicação e relatos dos responsáveis pelas previsões de carga na CEMIG.

Verificou-se que havia uma grande dificuldade de se modelar um perfil de crescimento de carga para a realização de previsões de carga anual no período anterior ao Racionamento de energia.

Durante o racionamento houve a retração da carga e como não havia a certeza de que haveria o racionamento e nem quando ele iria se iniciar, a previsão de carga do ano de 2001 realizada no ano 2000 foi elaborada não considerando esse importante fato.

A previsão do ano de 2002 foi facilitada devido aos dados do racionamento obtidos durante o ano de 2001.

O período de recuperação da carga após o racionamento foi mais intenso enquanto a indústria do País se utilizava de sua capacidade ociosa de produção.

Os dados de carga dos anos de 2000, 2001, 2002 e 2003 são de grande importância como relato histórico da Carga, mas não podem ser utilizados para a elaboração de um perfil de crescimento da carga típico da CEMIG, uma vez que por causa do racionamento o comportamento de consumo está bem descaracterizado para a nossa realidade atual.

Os desvios de carga foram maiores nos anos em que os dados dos anos anteriores não poderiam ser utilizados como entrada e característica básica para a previsão de carga dos anos posteriores.

---

---

## 7 Referências Bibliográficas

- Yu, Z., **A Temperature Match based Optimization Method for Daily Load Prediction considering DLC Effect**, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 11, no 2, may,1996
- Box, G. E. P.; Jenkins, G. M., *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, San Francisco, Holden-Day, 1970.**
- Bunn, D. W., Farmer, E. D., ***Comparative Models for Electrical Load Forecasting***, Chichester, John Willey & Sons, 1985.
- Douglas, A.P., Breipohl, A.M., Lee, F.N., Adapa, R., ***The Impacts of Temperature Forecast Uncertainty on Bayesian Load Forecasting***, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 13, n° 4, november,1998.
- El-Keib, A.A., Ma, X., Ma, H., ***Advancement of Statistical based Modeling Techniques for Short-Term Load Forecasting***, Electric Power Systems Research, n° 35, 1995.
- El-Sharkawi, M.A., Peng, P., Marks II, R.J., ***Short-Term Peak Load Forecast using a Neuro-Fuzzy Model***, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 14, n° 4, november,1997.
- Hagan, M.T., Behr, S.M., ***The Time Series Approach to Short Term Load Forecasting***, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 2, n° 3, july,1987.
- Hippert, H., ***Previsão de Cargas a Curto Prazo - Uma Avaliação de Viabilidade do Uso de Redes Neurais Artificiais***, Tese de Doutorado, PUC- Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, março, 2001.
- Ho, S.L., Xie, M., Goh T.N., *A Comparative Study of Neural Network and Box-Jenkins ARIMA Modeling in Time Series Prediction*, Computers & Industrial Engineering, january, 2002.**
- Hsu, Y.Y., Ho, K.L., ***Fuzzy Expert Systems: an Application to Short-Term Load Forecasting***, IEE Proceedings-C, vol. 139, n° 6, november,1992.
- Hsu, Y.Y., Yang, C.C., ***Design of Artificial Neural Networks for Short - Term Load Forecasting. Part I: Self-Organizing Feature Maps for Day Type Identification***, IEE Proceedings-C, vol. 138, n° 5, september,1991.
- Hsu, Y.Y., Yang, C.C., ***Design of Artificial Neural Networks for Short-Term Load Forecasting. Part II: Multilayer Feedforward Networks for Peak Load and Valley Load Forecasting***, IEE Proceedings-C, vol. 138, no 5,
-

---

Park, D.C., El-Sharkawi, M.A., Marks, R.J., ***Electric Load Forecasting using an Artificial Neural Network***, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 6, n<sup>o</sup> 2, may,1991.

Sadownik, R., Barbosa, E.P., ***Short-Term Load Forecasting of Industrial Electricity Consumption Brazil***, Journal of Forecasting, vol. 18, 1999.

Tsay, R., ***Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes***. Journal of the American Statistical Association 84: 231-240, 1989.

Velasquez, R.M.G., et al., ***Técnicas de Classificação para Caracterização da Curva de Carga de Empresas de Distribuição de Energia - Um Estudo Comparativo***, Proceeding of Brazilian Conference on Neural Networks - V Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Rio de Janeiro, pp. 133-138, abril,2001.

Yang, H.-T., Huang, C.-M., Huang, C.-L., ***Identification of ARMAX Model for Short Term Electrical Load Forecasting: An Evolutionary Programming Approach***, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 11, n<sup>o</sup> 1, february,1996

***“Diretrizes para a operação durante os jogos da 1ª fase da Copa 2006”*** – Operador Nacional do Sistema Elétrico.

***“Planejamento da Qualidade”*** – Doc. Cemig no PE-TRSO-001:2000c.

***“Previsão de Carga”*** – Doc. Cemig no PE-TRSO-601:2000.

***“Previsão de Carga”*** – Doc. Cemig no IT-TRSO-601:2000.

***“Procedimentos de Rede: Módulo 5 – Consolidação da Previsão de Carga”*** – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em: [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br).

***Resolução no. 24 / 2000*** – Agência Nacional de Energia Elétrica.

---

## Apêndice A: Curvas de Carga e Fatores de Influência

As curvas de carga nada mais são do que gráficos da potência demandada em função do tempo para um dia. Cada tipo de consumidor apresenta uma característica de consumo própria, como pode ser visto na Figura A1. Vale ressaltar que os valores apresentados nas curvas são ilustrativos e passados, não refletindo a realidade atual da empresa.

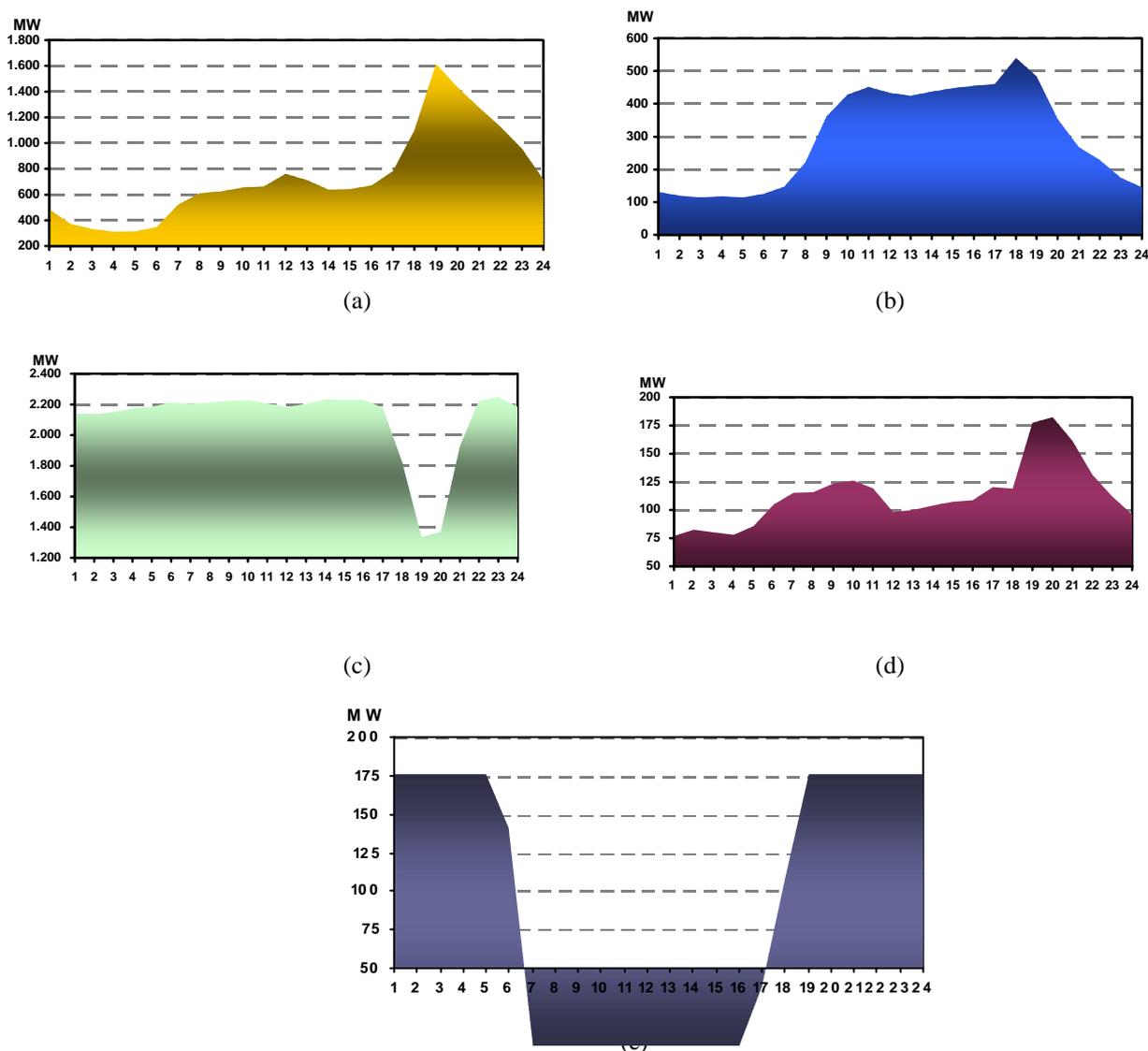


Fig. A1. Curvas de carga representativas dos consumidores residenciais (a), comerciais (b), industriais (c), rurais (d) e da iluminação pública (e).

A curva residencial apresenta um nível baixo durante a madrugada, quando a maior parte da população está em repouso, o consumo começa a se elevar por volta das 06 horas, quando começam as movimentações de preparação para o trabalho e escola. Um pequeno pico

ocorre por volta das 12 horas devido ao almoço, com nova redução na parte da tarde. O principal pico de energia ocorre próximo às 19 horas, devido majoritariamente ao uso do chuveiro elétrico, aliado ao reinício das atividades domésticas como uso de lâmpadas e televisores. Após as 21 horas o consumo volta a cair de maneira mais acentuada.

As curvas de consumidores comerciais já apresentam um perfil mais linear durante o horário de atividades (08 às 20 horas), com pequena elevação também por volta das 19 horas. Fora destes horários o consumo é bastante reduzido, consistindo basicamente no necessário para conservação de produtos.

Os consumidores industriais apresentam uma curva flat, com consumo praticamente constante durante as 24 horas do dia, para todos os dias da semana. Devido à maior facilidade de negociação para alteração do consumo nesta classe as companhias utilizam o artifício denominado modulação dinâmica para que haja uma redução do consumo no horário mais crítico para o sistema elétrico, o chamado “horário de ponta”, que ocorre entre as 17 e 22 horas.

Os consumidores rurais têm comportamento tipicamente residencial, com pequena elevação de consumo na parte da manhã (06 às 12 horas), onde ocorrem atividades distintas como a irrigação.

Por fim, a iluminação pública atua de forma constante durante a noite, sendo desligada durante o dia.

A Figura A2 mostra a composição das diferentes classes para formação da curva de carga total da concessionária.

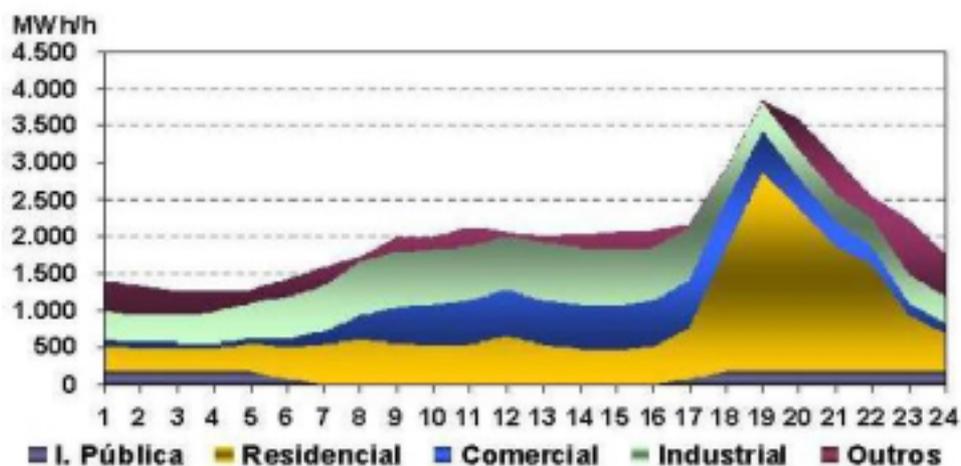


Fig. A2. Composição das curvas de carga das diferentes classes

Nota-se grandes variações temporais para as curvas de carga, principalmente nas diferenças entre dias úteis, sábados, domingos (Figura A3) e feriados e nas variações sazonais como estações do ano, horário de verão, férias, e início do ano escolar.



Fig. A3. Comparação entre dias úteis e final de semana.

Fatores dos mais diversos causam influência nas curvas típicas, dentre estes, pode se destacar os fatores climáticos, principalmente a temperatura. A diferença se deve à utilização mais intensa de equipamentos de refrigeração e climatização, elevando a carga em dias mais quentes. A situação é exemplificada pelas curvas da Figura A4, medidas com uma semana de defasagem, com uma diferença de aproximadamente 7°C, resultando em 194 MW médios de diferença ao longo do dia. Efeito inverso pode ocorrer em situações de extremo frio, quando se passa a utilizar aparelhos de aquecimento. A umidade, a luminosidade e a precipitação são outros fatores importantes de influência.

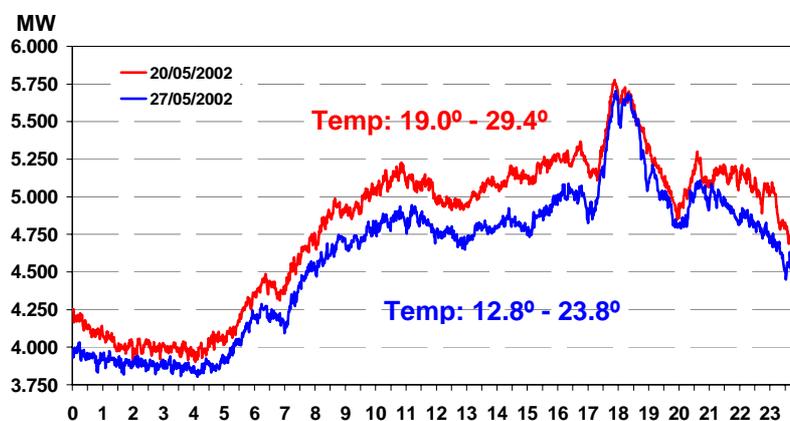


Fig. A4. Alterações causadas por diferenças na temperatura.

Outro fator relevante para variações nas curvas de carga são os eventos televisivos. Normalmente há uma redução no consumo durante a transmissão destes eventos, uma vez que os telespectadores interrompem suas atividades e se concentram em grupos em um único aparelho; logo após o término da transmissão as pessoas tendem a retornar a suas atividades, o que resulta em uma ascensão rápida na curva. Este tipo de comportamento gera grandes inconvenientes, pois requer que sejam evitadas intervenções, com ou sem desligamento, na rede de operação durante os eventos e que sejam mantidas em operação as unidades geradoras, de forma sincronizada, com despacho ativo minimizado ou nulo, ou operando como compensadores síncronos. Isto garante que durante a rampa de subida de carga o sistema consiga corresponder à requisição crescente de energia pelo sistema interligado.

A Figura A5 mostra a curva de carga para o capítulo final de uma novela de grande audiência, onde pode ser observado um aumento de 529MW em 12 minutos após o término da exibição.

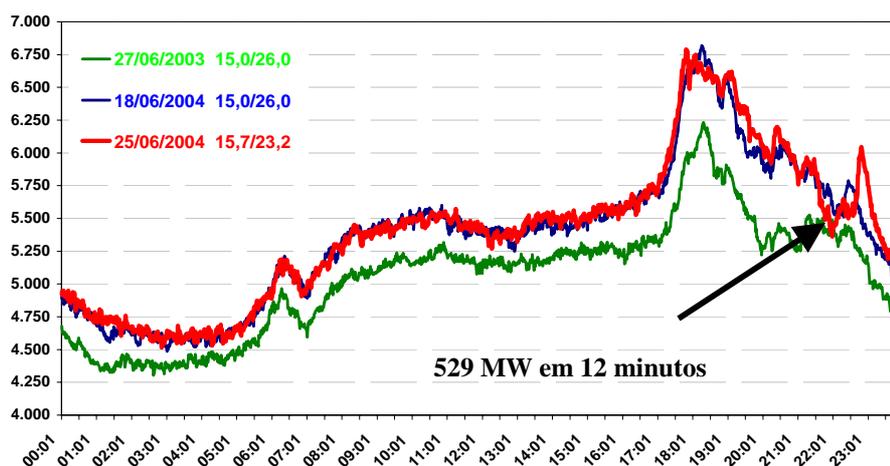


Fig. A5. Capítulo final da novela “Celebidades”.

Os horários políticos causam efeito inverso, uma vez que comumente os televisores são mantidos em operação enquanto as pessoas se dispersam, realizando outras atividades distintas.

Contudo, os eventos de maior impacto são os jogos da seleção brasileira em Copas do Mundo, exigindo atenção redobrada dos operadores. Em 2002 foi encontrada uma dificuldade adicional para as previsões devido à falta de uma base de comparações para os jogos no período da madrugada. A Figura A6 mostra uma curva de carga para um jogo da Copa de 2002, ocorrida em uma Quarta-Feira às 08 horas.

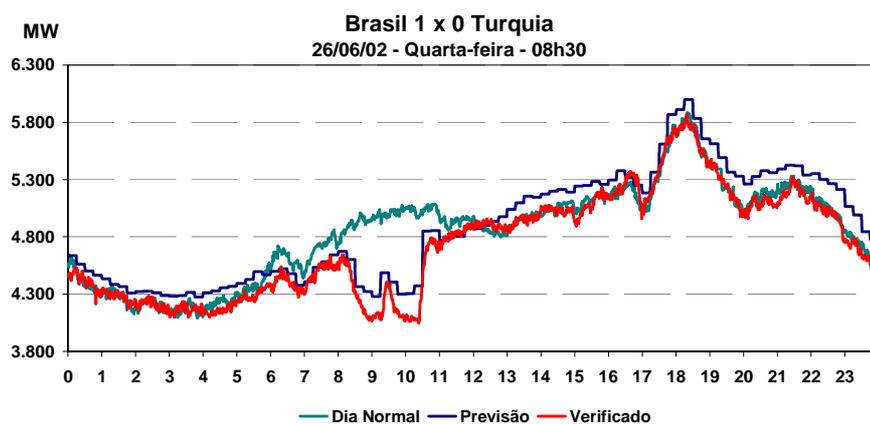


Fig. A6. Curva para a Final da Copa de 2002.

Já a Figura A7 mostra a situação crítica em que a partida termina às 18 horas, ou seja, coincidindo com a subida de carga natural do horário de ponta. Durante o intervalo do jogo pôde ser observada uma subida de 566MW em 8 minutos e no fim do jogo de 1414MW em 26 minutos.

Para a Copa de 2006 a previsão deve ser baseada nos dados da Copa de 98, devido ao mesmo fuso horário. O ONS divulgou uma série de recomendações para a operação nos dias de jogos.

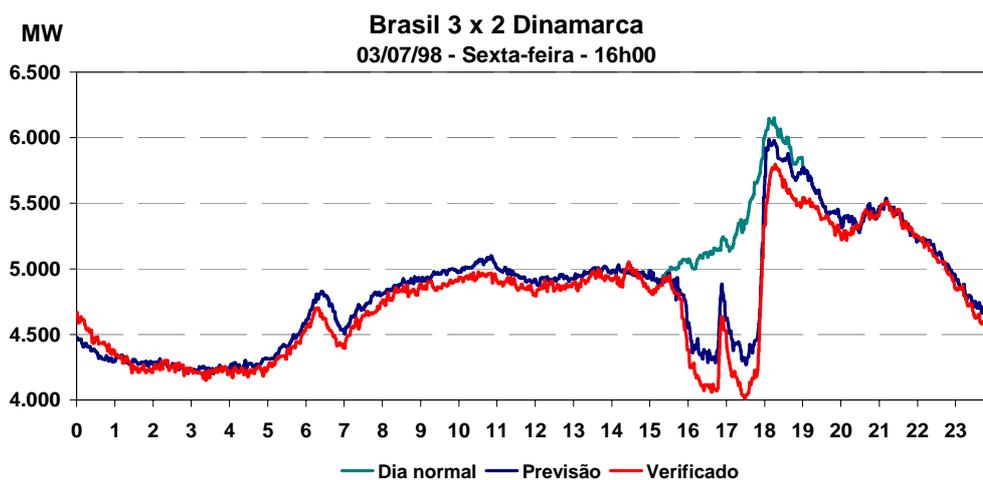


Fig. A7. Curva para jogo da Copa de 98.

O horário de verão é um artifício empregado para evitar que os sistemas de geração, transmissão e distribuição tenham que operar próximos aos limites de suas capacidades. Isto ocorre basicamente devido à entrada tardia da iluminação. A situação é ilustrada pela Figura A8.

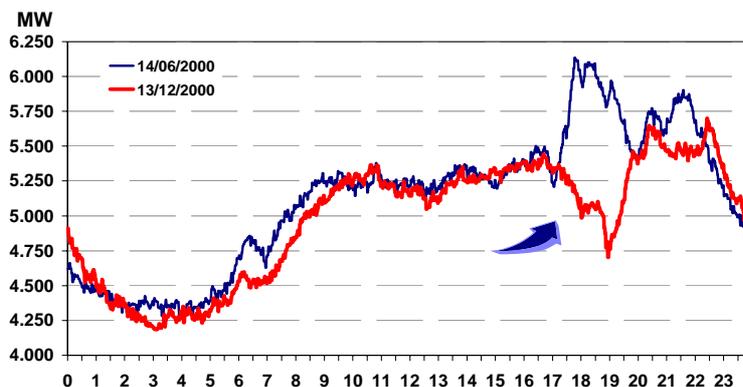


Fig. A8. Curva: Verão x Inverno

Fatores econômicos (Massa Salarial, Vendas à prazo, desempenho setorial, restrições/incentivos à exportação) também influem no comportamento da carga a longo prazo, uma vez que situações favoráveis contribuem para a aquisição e utilização de equipamentos eletroeletrônicos. A entrada/saída (programadas ou não) de grandes consumidores e o gerenciamento de carga representam outras influências nas curvas de carga da concessionária.

## Apêndice B - O Centro de Operação do Sistema

O Centro de Operação do Sistema (COS) é o “coração” e o centro nervoso do sistema elétrico da Cemig. Sua função básica é coordenar, em tempo real, as atividades de operação integrada dos sistemas principais de geração e transmissão de energia, garantindo confiabilidade, racionalidade, rapidez e segurança operacionais no suprimento de energia. Suas atividades atendem a diversos órgãos:

- ONS;
- Subestações e usinas coordenadas pelo COS;
- Órgãos de planejamento eletro energético;
- Órgãos de defesa civil e afins que interagem para controle de cheias e vazões;
- Distribuição da CEMIG;
- Empresas de transmissão conectadas à CEMIG;
- Consumidores de transmissão.



Fig. 3. Sala de Controle do Centro de Operação do Sistema.

Para este atendimento o COS conta, além do suporte de todos os setores da PO/GT, com o Sistema de Supervisão e Controle Distribuído (SSCD), um suporte computacional desenvolvido pela própria equipe técnica da Cemig para o cumprimento de suas funções de controle e gerenciamento de sistemas elétricos de potência em tempo real. Através deste sistema os operadores recebem informações e enviam comandos (utilizando uma rede de telecomunicações através de microondas SHF/UHF) a todas as instalações do sistema elétrico e energético, efetuando a supervisão e controle das principais grandezas analógicas (tensão,

corrente, potência ativa, etc.) e digitais (estado ligado/desligado) dos principais equipamentos, de forma cumprir as metas estabelecidas no programa de operação diário (PDO).

As diversas atividades da Gerência de Supervisão e Controle da Operação do Sistema são descritas na seqüência, com suas relações. Os processos são certificados no sistema de gestão da ISO 9000.

**Programação:** processo responsável pelo planejamento e programação de liberações de equipamentos do sistema para intervenções, no âmbito de atuação do COS.

**Procedimentos operativos:** adequação dos procedimentos às necessidades do sistema elétrico, traduzindo para a linguagem operativa as diversas especificações existentes no sistema. Tem como saídas instruções de operação que regem a atuação dos demais processos e agentes envolvidos.

**Operação em tempo real** De caráter executivo, é o processo responsável pelas ações de coordenação, supervisão, controle, comando e execução das atividades de operação do sistema eletro energético sob sua responsabilidade.

**Análise:** monitoramento da eficácia, ou seja, extensão na qual as atividades planejadas são realizadas e os resultados planejados, alcançados. Visa a melhorias dos processos, como ajustes nos processos, identificação de necessidades de treinamento, etc.

**Telemedição:** serviços de integração e comissionamento de novas instalações no sistema de supervisão e controle e manutenção dos pontos de supervisão e controle existentes.

**Gerenciamento de Carga:** responsável pela elaboração de previsões de carga com diversos horizontes, modulação dinâmica, reduções emergenciais de demanda e estatística da operação.

A previsão de carga, ao lado do planejamento elétrico, e das programações energética, da manutenção e de geração e intercâmbios constitui a denominada “Pré-Operação”. Esta alimenta o “Tempo real”, onde há acompanhamento do Gráfico Previsão x Verificado, Controle de Tensão, Supervisão da Execução da Programação de Geração e Intercâmbios, Supervisão e Execução da Programação de Liberação de Equipamentos e Restabelecimento do Sistema. Por fim, a “Pós-Operação” consiste em Análise da Operação, Análise da Previsão, Estatística da Operação e Sistema de Gestão da Qualidade.

---