



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

GCE-27  
19 a 24 Outubro de 2003  
Uberlândia - Minas Gerais

**GRUPO XIV  
GRUPO DE ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – GCE**

### **IMPACTOS DO RACIONAMENTO NO MERCADO DE ENERGIA E NO SISTEMA ELÉTRICO CEMIG**

**Ana Lúcia D. Goddard Araújo \*  
Maria Edviges C. Azevedo  
CEMIG**

**Carlos Magno H. Correa  
Luiz Henrique A. Rezende  
CEMIG**

**Juarez B. Fonseca  
Regina D. Ravinet  
CEMIG**

#### **RESUMO**

Esse trabalho versa sobre os efeitos do racionamento de energia elétrica no mercado nacional e no mercado CEMIG. Além de analisar os impactos de maior visibilidade do racionamento, como a redução do consumo por classes de consumidores e regiões geográficas e a maior racionalidade no uso de eletricidade por consumidores industriais, também avalia, relativamente ao mercado CEMIG, suas implicações sobre a operação do sistema elétrico. Nesse sentido, aborda questões, em geral, pouco discutidas como seus reflexos sobre: a demanda de ponta e o fator de carga; a demanda medida e a demanda contratada e seus efeitos sobre as demandas máximas regionais, dentre outros aspectos.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Impactos do racionamento; consumo e demanda de energia elétrica; mercado nacional; mercado CEMIG; mercados regionais.

#### **1.0 - INTRODUÇÃO**

Esse trabalho compõe-se de três seções além dessa introdução e tem por escopo analisar, sob diferentes dimensões, os impactos acarretados pelo racionamento de energia elétrica sobre o mercado nacional e sobre o mercado CEMIG.

A segunda seção volta-se para a análise dos efeitos do racionamento sobre o consumo de energia elétrica naqueles dois mercados, detalhando a intensidade com que as classes de consumidores e as regiões geográficas assumiram o desafio de reduzir seus consumos de energia.

Na terceira seção o foco da análise restringe-se exclusivamente ao mercado CEMIG e a seus sub-sistemas regionais. Os impactos do racionamento são considerados a partir de diferentes variáveis como: a evolução da demanda de ponta, o comportamento da demanda medida e contratada, os efeitos sobre a operação do sistema e as demandas máximas regionais, a relação entre MVA instalado e demanda de ponta, dentre outros aspectos.

Finalmente, na quarta e última seção são apresentadas às conclusões do estudo.

#### **2.0 - COMPORTAMENTO DO MERCADO**

A resposta da sociedade brasileira, ao desafio de reduzir o consumo de energia elétrica foi imediata e em nível suficiente para que o fornecimento do produto não fosse interrompido. Ao ser suspenso, em fevereiro de 2002, a perspectiva de um novo racionamento em 2003 e 2004 era remota. Parte dos hábitos de consumo adotados pela população no período do racionamento e das medidas de racionalização energética empreendidas pelo setor produtivo se mantiveram em níveis superiores aos esperados após a liberação das restrições ao consumo de energia. Em parte, isso explica a queda de cerca de 6% no mercado verificado de energia elétrica nacional em 2002 comparativamente a 2000. A redução da renda familiar ocorrida no período, estimulando ainda mais os hábitos de economia de energia, e o fraco desempenho da atividade econômica também contribuíram para o baixo nível de recuperação do consumo em 2002.

\* Avenida Barbacena, 1200 - 20º andar - CEP 30161-970 - Belo Horizonte - MG - BRASIL  
Tel.: (031) 3299-3809 - Fax: (031) 3299-4753 - e-mail: goddard@cemig.com.br

## 2.1 Mercado Nacional

A Tabela 1 mostra como as regiões e as classes de consumo contribuíram para o resultado final do racionamento. Constata-se uma quase generalizada redução do consumo de energia elétrica no país, muito embora não tenha havido racionamento na região Sul e as restrições de consumo determinadas para a região Norte tenham sido relativamente menores. A classe residencial foi a que mais contribuiu para os resultados finais atingidos, com reduções de consumo superiores a 20%, especialmente no SE, onde a queda de consumo atingiu 27,7%. Mesmo na região onde não houve racionamento, a retração no uso de energia elétrica pelo consumidor residencial foi de cerca de 7%.

Tabela 1 – Redução do Consumo de Energia Elétrica, por Classes, durante o Racionamento – valores em percentuais

Brasil e Regiões							
	BR	N	NE	SE	MG	CO	S
Residencial	22,4	7,5	22,1	27,7	24,6	24,1	7,2
Comercial	16,3	3,6	22,5	19,0	19,8	18,1	2,6
Industrial	11,8	9,5	15,4	15,0	13,9	4,2	-2,5
Total	15,4	7,3	17,5	19,2	16,8	17,4	1,5

Nota: (jun01 a mar02)/(jun00 a mar01)

Fonte: Banco Central do Brasil, 2002

A classe comercial aparece em segundo lugar com uma redução de 16,3% para o Brasil. Na região Nordeste a queda de consumo chegou a 22,5% enquanto nas regiões Sudeste e Centro Oeste situou-se pouco abaixo de 20%.

Para a classe industrial alcançou-se uma economia de 11,8% no Brasil, cabendo ao Nordeste e ao Sudeste os maiores percentuais de redução: ambos em torno de 15%. Na região Sul observou-se um crescimento de 2,5% no consumo industrial.

Salienta-se que a redução no consumo de energia ocorreu simultaneamente a uma queda na produção industrial. Essa, entretanto, ocorreu em menor proporção que aquela, evidenciando, um aumento de eficiência no consumo energético. A produção industrial de Minas Gerais mostrou-se mais vulnerável ao racionamento de energia elétrica que a do Brasil. Isso talvez se explique pela relativa especialização do parque industrial mineiro na produção de bens de consumo intermediário, cujas indústrias, em razão da elevada participação da energia em seus custos, já vinham apresentando níveis de eficiência energética maiores que a média do setor industrial brasileiro. Na região Sul, entretanto, as curvas de consumo de eletricidade e de produção industrial mantêm perfis relativamente semelhantes.

Visando quantificar os ganhos de eficiência acima referidos, analisou-se a relação entre o consumo de energia e a produção física durante o racionamento e em iguais meses do período anterior. Para o Brasil e Minas Gerais, o aumento de eficiência no consumo energético medido por essa relação foi de 11,2% e 7,8%, respectivamente.

Vale ressaltar que parte desse ganho pode ser fictício uma vez que no período do racionamento o uso de grupos geradores e ainda a compra de energia entre empresas foram intensos, embora não se disponha de estatísticas para tais ocorrências.

Não obstante, cumpre salientar que ao longo dos últimos anos, o setor industrial brasileiro já vinha apresentando sucessivos avanços na eficiência de seu consumo energético, reflexo da modernização de seu parque fabril, da busca por maior competitividade e da abertura do mercado brasileiro aos produtos externos. Acredita-se que o racionamento tenha acelerado ainda mais esse processo.

A análise das séries de consumo de eletricidade das classes residencial, comercial e industrial, para o Brasil e suas regiões, entre janeiro de 1990 e outubro de 2002 obtêm-se interessantes constatações sobre a evolução do consumo, pré e pós-acionamento.

Relativamente às classes residencial e comercial, observa-se, tanto antes quanto pós-acionamento, grande simetria entre o crescimento do consumo do Brasil, de suas regiões e do Estado de Minas Gerais. É possível observar que a recuperação do consumo de todas as regiões vem convergindo para o mesmo nível da região Sul, onde não houve racionamento e foi observada uma queda espontânea do consumo.

A classe industrial apresenta um comportamento diferenciado do consumo de energia para cada região, podendo ser observado maior crescimento relativo nas regiões Centro-Oeste e Sul e um menor crescimento para o Sudeste e para o estado de Minas Gerais.

## 2.2 O Mercado CEMIG

A economia mineira destaca-se por relativa especialização na produção de bens intermediários destinados, em sua maioria, ao abastecimento de outros estados brasileiros e para exportação.

Na indústria mínero-metalúrgica, de característica nitidamente eletro intensiva, sobressaem a produção de ligas ao silício (60% da produção nacional); de minério de ferro (75% da produção do país, dos quais 70% se destinam ao mercado externo); de aço, cuja produção estadual (35% do Brasil) é dirigida prioritariamente ao mercado interno e de zinco (100% da produção nacional), toda ela destinada ao mercado interno.

Minas é também o principal produtor brasileiro de cimento, com 25% da produção nacional, sendo 50% dela destinada a outros estados.

As indústrias siderúrgica, minério de ferro e metalúrgica de não-ferrosos têm realizado significativos investimentos em geração própria de energia. Percebe-se uma nítida preocupação dessas empresas em aumentar sua auto-suficiência no abastecimento de energia elétrica, com ganhos financeiros na verticalização da cadeia.

A classe industrial corresponde a 60% do mercado CEMIG, percentual superior à de sua participação no

mercado brasileiro de energia elétrica, que se situa em torno de 45%. Conforme mencionado anteriormente, o aumento da eficiência do consumo energético pela indústria de Minas Gerais durante o racionamento foi de 7,8%, que correspondeu a uma redução de consumo de 12,2%, contra uma redução na produção física de 5,4%. Por outro lado, a análise das séries históricas de consumo de energia por ramos do setor secundário mostra que o maior ganho de eficiência ocorreu na indústria metalúrgica (Tabela 2). A indústria de material de transporte aumentou o seu consumo no período do racionamento, mesmo com a produção em queda. Provavelmente, o mercado interno em recessão explique melhor a queda de produção para a indústria de material de transporte que o racionamento, e o aumento de consumo ocorreu devido a existência de indústrias ainda em fase inicial de operação. Na indústria têxtil não houve variação na eficiência energética, caindo a produção na mesma proporção que o consumo de energia. Como possível causa para a dificuldade de uma redução no consumo de energia por unidade de produção na indústria têxtil, tem-se o intenso esforço de modernização a que se submeteu o parque produtivo nacional, reduzindo significativamente as perspectivas de racionalização de seu consumo de energia elétrica.

Tabela 2 – Desempenho de Ramos Industriais Selecionados no Período de Racionamento Minas Gerais

Indústria Transformação	Participação no Consumo Elétrico (%)	Redução Devido Racionamento (%)		Ganho de Eficiência (%)
		Elétrica	Prod. Física	
Minerais Não Metálicos	8,4	13	7	6
Metalúrgica	57,1	17	5	14
Material de Transporte	2,6	-1	10	-11
Química	13,3	11	4	7
Têxtil	3,9	8	7	1
Alimentos	6,0	8	0	8

Fonte: Banco Central do Brasil, 2002

Os ganhos de eficiência ao longo dos 10 meses de racionamento assim como dos 7 meses subsequentes foram transformados em base anual para se verificar se o ganho de produtividade se manteve. O período, após o racionamento, indica uma manutenção dos ganhos em torno de 3%.

As classes residencial e comercial, durante o racionamento, reduziram o seu consumo em 25% e 20%, respectivamente. Após o racionamento, vêm mantendo um consumo inferior ao período anterior em 14% para a classe residencial e 7% para a comercial. A conscientização da população e o uso mais racional de energia têm sido os meios aos quais a classe residencial tem recorrido para fazer frente aos aumentos de tarifa e à queda da renda familiar. Em pesquisa realizada pela CEMIG, no início de 2002, quase 50% dos entrevistados apontaram motivos de caráter social mais amplo (ajudar o país e economizar recursos naturais) para a redução do consumo durante a crise. Nessa mesma pesquisa 11% dos entrevistados declararam que não iriam religar freezers, 16% manifestaram o propósito manter o uso racional de chuveiro e 30% disseram pretender economizar em iluminação.

Visando identificar a razão para a pequena recuperação do mercado residencial, analisou-se o comportamento do consumo por consumidor residencial em função da renda familiar (IBGE) para a região metropolitana de Belo Horizonte, no período de janeiro de 1991 a janeiro de 2002. Observa-se que o comportamento das duas curvas apresentou perfil semelhante neste período. Juntamente com a renda, o consumo por consumidor da CEMIG vem sendo reduzido a partir de 1998. Mantida a renda nos patamares atuais o consumo por consumidor, após o racionamento, deverá se manter nos níveis de 1994/95.

### 2.3 O Mercado CEMIG Regionalizado

O mercado CEMIG é geograficamente dividido em nove regiões: Metropolitana, Triângulo, Leste, Sudeste, Sul-Poços, Sul-Lavras, Oeste-Passos, Oeste-Gafanhoto e Norte.

O consumo CEMIG por classes e regiões, no ano 2000, está apresentado na Figura 1. A região Metropolitana responde por 25% do mercado CEMIG, decorrência do seu elevado contingente populacional, do dinamismo do seu setor de serviços, da diversidade e importância de seu parque fabril e de sua expressiva base extrativa mineral. A região Sudeste, segunda em consumo de energia elétrica, detém 18% do mercado CEMIG. Sua atividade econômica é dominada por segmentos industriais tradicionais, muito embora nos últimos anos tenha-se observado forte crescimento de indústrias eletro-intensivas e de empresas dos ramos automobilístico e autopeças. Nas regiões Leste, Sudeste e Norte, a classe industrial detém participações superiores a 67% no mercado regional de energia elétrica, sobressaindo o consumo de empresas dos ramos siderúrgico, ferro-ligas, alumínio, material de transporte, autopeças, têxtil e agroindústria, dentre outras. A região Sul-Poços também apresenta elevada participação do segmento industrial no consumo de energia elétrica, todavia a participação percentual dessa classe deverá reduzir-se em 2003 devido a transferência do atendimento de um grande consumidor para a Rede Básica.

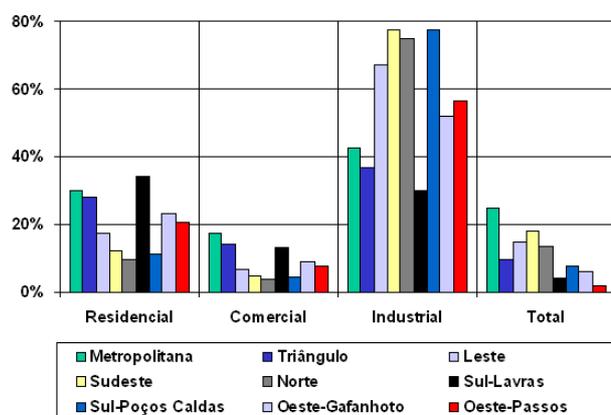


Figura 1 – Consumo CEMIG por Classes e Regiões 2000

A contribuição de cada região para a redução de consumo devido ao racionamento é mostrada na Figura 2. Observa-se que a região Metropolitana apresentou os maiores percentuais de redução de consumo, notadamente na classe residencial. Na classe comercial destaca-se a região Oeste. Na classe industrial, as maiores quedas de consumo ocorreram nas regiões Sudeste, Norte, Leste e Sul-Poços, conseqüência da maior concentração geográfica de indústrias eletro-intensivas, cujas metas de redução de consumo foram as mais elevadas.

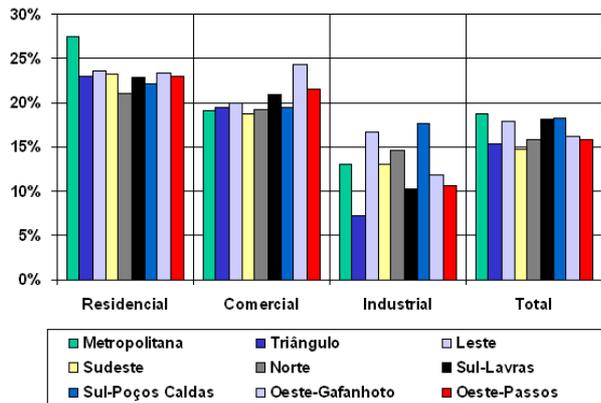


Figura 2 - Redução de Consumo segundo Classes devido ao Racionamento – Mercado CEMIG - 2000

Independentemente da região de mercado CEMIG, a análise das séries históricas de consumo de energia elétrica para as classes residencial e comercial, apresenta comportamento muito semelhante ao observado para iguais classes relativamente ao Brasil.

Considerando a tendência atual de otimização do uso dos ativos de distribuição e de transmissão, a análise do comportamento do consumo por classe de forma regionalizada é importante para o planejamento do sistema elétrico. Permite a elaboração de cenários de crescimento utilizando premissas diferenciadas de acordo com perfil da carga residencial e da característica do setor produtivo de cada região. Em muitos casos a demanda da classe residencial é o grande componente da ponta do sistema regional. Em outras situações o crescimento da área irrigada para a produção agrícola é o grande componente do crescimento da demanda da região. Também é importante o monitoramento do comportamento do uso de energia pelos grandes clientes, principalmente em um mercado como o da CEMIG, onde a classe industrial corresponde a quase 70% do consumo total. Outro ponto de atenção é a geração própria de energia em locais distantes da unidade produtiva, que embora reduzam o consumo faturado da CEMIG, não reduzem o transporte de energia.

### 3.0 - ANÁLISE DA DEMANDA NO MERCADO CEMIG

O comportamento da demanda influi diretamente no planejamento e operação do sistema elétrico. Os efeitos do racionamento foram semelhantes aos verificados no consumo, porém com menor intensidade.

### 3.1 Análise da Demanda Global

A queda ocorrida na demanda de ponta, tanto na análise do sistema global como na dos regionais foi menor do que a verificada no consumo. Isto se deve ao fato de que houve uma elevação do fator de carga do sistema, isto é, uma melhor utilização da energia por parte dos consumidores. Em 2001, período de maior intensidade do racionamento, observou-se uma nítida elevação do fator de carga. Essa elevação se explica, também, por uma alteração na composição da participação das diversas classes na matriz de consumo. A classe industrial, que tem um fator de carga mais elevado, teve uma redução menor de consumo. Em 2002, com a retomada do consumo ocorrendo de forma descompassada entre as diferentes classes, o fator de carga retorna a patamares inferiores aos de 2000. Tal resultado decorre do fato de que, embora a classe industrial tenha aumentado a sua participação na matriz de consumo e este aumento venha se mantendo, houve uma redução dos fatores de carga das demais classes.

A Figura 3 mostra o comportamento da demanda máxima global, no período de 1998 a 2002. Os efeitos do racionamento são evidentes e observa-se que a retomada de demanda em 2002 manteve a ponta em patamares próximos aos ocorridos em 1998 e 1999.

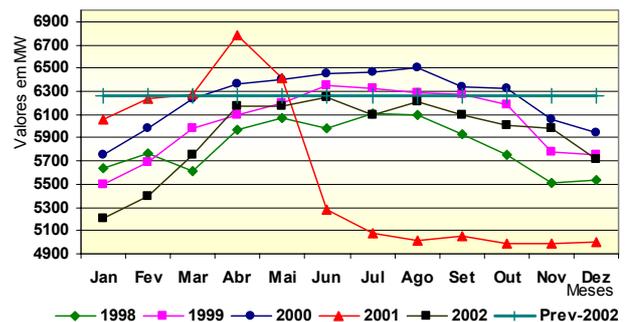


Figura 3 - Evolução da Demanda de Ponta Sistema CEMIG

O montante de demanda verificado em 2000, requeria um sistema elétrico para atendê-lo e havia restrições de atendimento em diversos locais de Minas Gerais. Com a implementação do racionamento, várias dessas restrições desapareceram, mas nem todas as regiões tiveram o mesmo comportamento. A partir de uma análise mais detalhada, focada em subsistemas, verifica-se que em diversos locais, houve a manutenção ou aumento de demanda durante o período do racionamento, sendo o subsistema Noroeste um bom exemplo. Tais comportamentos diferenciados fizeram com que algumas restrições existentes se mantivessem ou até se agravassem, apesar da queda geral no consumo.

A Figura 4 mostra a evolução das demandas máximas regionais e os investimentos em obras de transmissão e distribuição, realizados pela CEMIG no período de 1997 a 2002 (os valores de 2002 referem-se ao período Janeiro/Setembro).

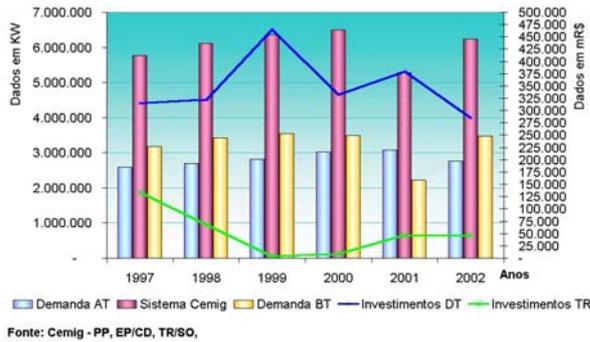


Figura 4 - Evolução de Demanda x Investimentos CEMIG

Observa-se que os níveis de investimento em transmissão e distribuição foram mantidos durante o racionamento. A manutenção destes montantes explica-se pelo fato mencionado anteriormente, mas também porque os investimentos referiam-se, em sua maioria, a grandes obras que não foram interrompidas.

Para avaliar o impacto do racionamento na operação e evolução do sistema elétrico, comparou-se a ponta de demanda com a capacidade de transporte e de transformação instalada.

Observa-se que a relação entre MVA instalado e demanda de ponta é de 50%, percentual que reduziu-se para 25% no período do racionamento, retornando aos valores de 2000, em 2002. Deve-se ressaltar que esta afirmação refere-se à demanda global, e que sob o ponto de vista individualizado de elementos do sistema pode-se obter valores bem diferenciados, alguns revelando carregamentos acima de sua capacidade.

Com relação à análise do comportamento de grandes clientes, em relação à demanda, no período de racionamento, alguns aspectos merecem ser salientados.

A Figura 5 mostra, relativamente ao sistema CEMIG, a evolução da demanda medida em relação à demanda contratada, no período de 1998 a 2002.

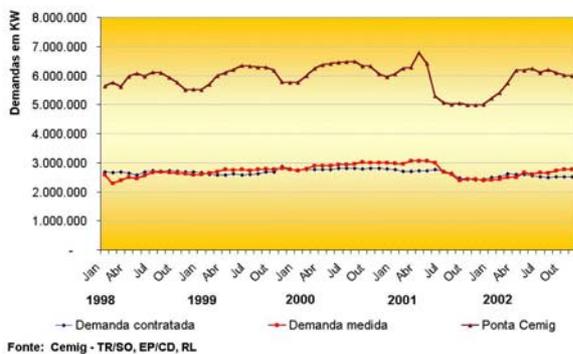


Figura 5- Demanda Medida x Demanda Contratada

Observa-se um alinhamento entre as duas curvas, com as pequenas diferenças justificando-se por vendas de energias especiais, até o início do racionamento. Durante o racionamento vê-se que não houve alteração de contratos logo no início. As reduções ocorreram após dois meses de vigência do racionamento e mantiveram-se ao longo de 2002, sendo que a redução nas demandas medidas foram maiores do que as demandas contratadas. Isso se explica pelo fato de que durante o racionamento e também em 2002, praticamente não existiu venda de energias especiais. Também a redução de contratos se manteve, refletindo entradas de auto-produção e de co-geração. Por último, a Bolsa Mineira de Energia, criado pela CEMIG e FIEMG, para comercializar direitos de utilização de meta entre as diferentes empresas industriais, também concorreu para amenizar a queda na demanda contratada.

### 3.2 Análise Regional

O comportamento de demanda e a curva de carga típica de cada um dos sistemas regionais obedece a características próprias, de acordo com a composição de suas respectivas cargas individuais. Dessa forma, o comportamento das regiões no período do racionamento foi bastante diferenciado, assim também como a retomada do mercado após o término das restrições ao consumo de energia, em fevereiro de 2002.

A Figura 6 mostra a participação de cada região na demanda global do sistema CEMIG, em 2002.

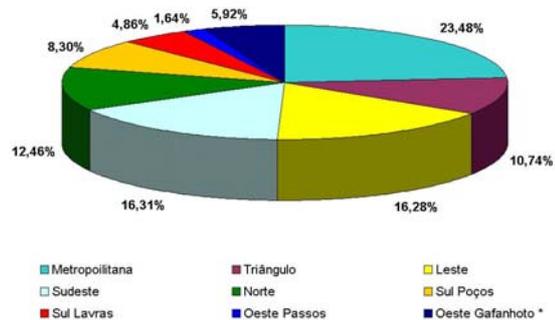


Figura 6 - Participação dos Sistemas Regionais na Demanda Global CEMIG – 2002

Verifica-se que a região Metropolitana tem a maior participação, com 23%, seguida de Leste e Sudeste, ambas com 16%. Historicamente, com pequenas diferenças percentuais, esta classificação vem-se mantendo.

A evolução das demandas máximas regionais no período de 1993 a 2002 é apresentada na Figura 7. Constata-se uma generalizada redução em todas as regiões em 2001, devido ao racionamento, seguida de uma retomada da demanda em 2002.

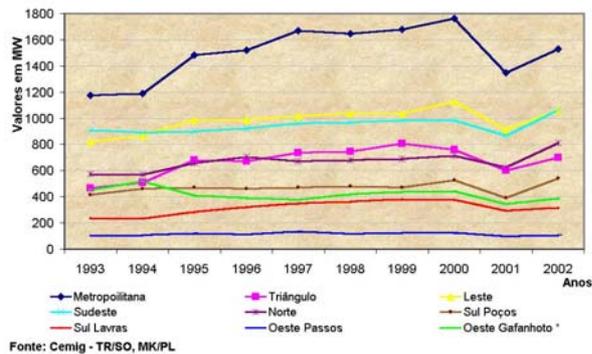


Figura 7 - Evolução de demanda máximas regionais

Os maiores decréscimos ocorreram naquelas regiões em que a classe residencial responde pela maior parcela da demanda total, como a Metropolitana, a Triângulo e a Oeste. Nas regiões Sudeste e Leste, em que a classe industrial é predominante, a redução na demanda de ponta foi menor, refletindo o comportamento do consumo.

Essa característica também foi decisiva na retomada da demanda, onde regiões com maior participação de cargas industriais tiveram uma recuperação maior, superando, no caso da região Sudeste, o valor verificado em 2000.

#### 4.0 - CONCLUSÃO

A sociedade brasileira aderiu ao racionamento de energia elétrica de forma ativa e imediata. Analisando-se às classes de consumo verifica-se que a classe residencial foi a que mais contribuiu para os resultados finais atingidos, e tem mantido essa redução em índices próximos aos solicitados durante o racionamento.

A classe industrial apresentou uma redução no consumo de energia simultaneamente a uma queda em menor escala na produção, resultado de um aumento de eficiência no consumo de eletricidade. Esse ganho de produtividade foi incorporado ao processo industrial, mesmo após o racionamento. De forma geral, o consumo de energia elétrica manteve-se abaixo das expectativas, ao final do racionamento. A lenta retomada de carga deve-se não somente a incorporação de novos hábitos pela sociedade, mas também a questões econômicas nacionais.

A análise dos efeitos do racionamento no mercado CEMIG desagregado em regiões evidencia, uma forte influência do perfil produtivo de cada região sobre os resultados finais de redução do consumo de energia. A retomada diferenciada das diversas classes refletiu-se no fator de carga, fazendo com que a demanda, em regiões em que a classe industrial é mais representativa, atingisse valores de ponta mais próximos ou até maiores, que os verificados em 2000.

Finalmente, no que diz respeito aos impactos do racionamento sobre a demanda medida e a demanda contratada de energia, observa-se uma redução após o

racionamento e a retomada lenta, mas ainda inferior aos valores vigentes em 2000.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Boletim Estatístico 2001. CEMIG. Belo Horizonte, Minas Gerais
- (2) Boletim Estatístico 2001. CEMIG. Belo Horizonte, Minas Gerais
- (3) Pesquisa Quantitativa – Avaliação Serviços e Grau de Satisfação Cliente. CEMIG. Belo Horizonte, jan/02
- (4) Impactos de um Racionamento de Energia Elétrica sobre a Economia Brasileira. Fundação Getúlio Vargas. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, maio/01
- (5) A Crise de Abastecimento de Energia Elétrica. Congresso Nacional. Comissão Especial Mista, Requerimento nº 73/2001 – CN. Rio de Janeiro
- (6) Site Agência Nacional de Energia Elétrica. [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)
- (7) Site Centrais Elétricas Brasileiras S/A. [www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)
- (8) Site Operador Nacional do Sistema Elétrico, [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)
- (9) Site Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)
- (10) Site Fundação Getúlio Vargas. [www.fgv.com.br](http://www.fgv.com.br)
- (11) Site Banco Central do Brasil. [www.bacen.gov.br](http://www.bacen.gov.br)