

## Consumo final de energia para o setor residencial no Estado de Minas Gerais, no longo prazo – 2004/2025

Leonardo Barrouin Melo<sup>1</sup>  
Ricardo Brant Pinheiro<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo do balanço de oferta e demanda de energia para o Setor Residencial do Estado de Minas Gerais no longo prazo – 2004/2025, usando a metodologia do modelo Energy and Power Evaluation Program – ENPEP. Foram estabelecidos três cenários macroeconômicos: o Cenário Básico, que pressupõe o crescimento da economia no mesmo nível da evolução histórica (3,7% a.a.); o Cenário Alto, com uma perspectiva favorável de crescimento da economia (5,2% a.a.) e o Cenário Baixo, com uma perspectiva desfavorável (2,2% a.a.). Os resultados mostram que para o Cenário Básico é esperado um crescimento do consumo final de energia da ordem de 38% até 2025, passando de 3.380 mil tEP para 4.673 mil tEP; o Cenário Alto deverá ser cerca de 23% superior e o Cenário Baixo 17% inferior ao consumo do Cenário Básico. O crescimento do consumo final de GLP deverá ser da ordem de 153% no Cenário Básico, 243% no Cenário Alto e de 83% no Cenário Baixo; estes aumentos apontam uma urgente avaliação de seu abastecimento e distribuição. O consumo final de GLP deverá superar o de Lenha e Carvão Vegetal a partir do ano de 2020. Entre 2004 e 2025, o aumento do consumo final de Eletricidade deverá ser cerca de 113% no Cenário Básico, 189% no Cenário Alto e 55% no Cenário Baixo, apontando para a necessidade de elaboração de políticas energéticas de geração e redução das perdas por distribuição, pois em 2004 foram perdidos quase 72% do aumento projetado pelo modelo neste estudo.

**Palavras-Chave:** Planejamento energético, Setor Residencial, Consumo Final, Eletricidade, GLP.

### ABSTRACT

This paper presents the supply and consumption energy balance for the Residential Sector of the State of Minas Gerais in the long term – 2004/2025. The applied methodology follows the Energy and Power Evaluation Program – ENPEP model. Three macroeconomic scenarios were established: the Basic Scenario, following the historical evolution of economy growth (3.7% per year); the High Scenario with an optimistic perspective of growth (5.2% per year) and the Low Scenario with a pessimistic perspective of growth (2.2% per year). The results shows that, for the Basic Scenario, the final energy consumption growth expected is of about 38% by 2025, from 3.380 thousand tEP to 4.673 thousand tEP. As can be seen in 2025, compared to the Basic Scenario, the High Scenario should be about 23% higher and the Low Scenario 17% lower. The final consumption growth of GLP should be around 153% for the Basic Scenario; 243% for the High Scenario and 83% for the Low Scenario; these increases appoint to an urgent evaluation of its supply and distribution. The final consumption of GLP should exceed the firewood consumption after 2020. Between 2004 and 2025 the final consumption of electricity should increase about 113% for the Basic Scenario; 189% for the High Scenario and 55% for the Low Scenario and this require an energy policy for generation and for the reduction of distribution losses, since in 2004 it was lost about 72% of the projected increase by the model in this study.

**Keywords:** Energy planning, Residential sector, Final consumption, Electricity, LPG.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho estuda o balanço entre a oferta e o consumo de energia para o Setor Residencial (urbano e rural) do Estado de Minas Gerais no longo prazo, de 2004 a 2025, tendo em vista três cenários

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Nuclear. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – PCTN. Mestre em Ciências e Técnicas Nucleares – Área de concentração: Engenharia da Energia ([leobarrouin@gmail.com](mailto:leobarrouin@gmail.com)). Rua Reseda 116/301, Santa Efigênia - Belo Horizonte – MG, CEP: 30.240-410 Tel. (31) 9977-0446

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Nuclear. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – PCTN. Professor da área de concentração: Engenharia da Energia. ([rpb@nuclear.ufmg.br](mailto:rpb@nuclear.ufmg.br)). Avenida Antônio Carlos, 6627 - Campus UFMG, PCA 1 - Anexo Engenharia - Pampulha - Belo Horizonte – MG, CEP: 31.270-901 - Tel. (31) 3499-6690

macroeconômicos que influenciam o consumo final de energia, utilizando a metodologia do modelo ENPEP (ANL, 2000 e LEROY, 2001).

O último estudo de planejamento energético conduzido pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, com a participação da Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG, por intermédio do Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de Engenharia, e do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN da Comissão Nacional de Energia Nuclear, foi realizado em 1995-1996 e apresentado no relatório “Estudo de Planejamento Energético para o Estado de Minas Gerais” (CEMIG, 1997), para o horizonte de planejamento 1995-2015, considerando todos os setores macroeconômicos do Estado e tendo o apoio da Agência Internacional de Energia Atômica – IAEA (CIRILLO, 1995).

O Setor Residencial possui expressiva participação na demanda energética do Estado de Minas Gerais; segundo o 20º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG (CEMIG, 2005), este setor, em 2004, foi o terceiro colocado com participação de 10,9%, atrás dos Setores Industrial (64,7%) e Transportes (18,2%); o Setor Agropecuário teve uma participação de 2,3%; e Outros Setores (Comercial e Público) e Perdas, que representaram 3,9% do total. O Setor Residencial apesar de não ser gerador de Produto Interno Bruto - PIB tem a importância de retratar de forma direta o padrão de desenvolvimento econômico e social da população. É importante conhecer e quantificar a concorrência entre os recursos energéticos destinados a este setor sócio-econômico uma vez que, utilizando previsões de crescimento para os cenários de estudo, pode-se justificar o investimento em ações políticas e tecnológicas para melhor utilização da matriz energética.

A demanda total de energia em Minas Gerais, em 2004, alcançou 30,95 milhões de tEP, valor equivalente a 14,5% da demanda total de energia no Brasil. No período 1978-2004, a demanda de energia no Estado evoluiu a uma taxa média de 2,7% ao ano, a mesma observada no Brasil para o mesmo período (CEMIG, 2005).

A fonte Lenha e Derivados aparece como a de maior participação na demanda total de energia do Estado em 2004, correspondendo a 32,9% do total; em segundo lugar veio a fonte Petróleo, Gás Natural e Derivados, com 31,1% do total. A fonte Carvão Mineral e Derivados compareceu com 13,9% e a Energia Hidráulica e Outras Fontes participaram com 13,3% e 8,8%, respectivamente.

## MÉTODO E HIPÓTESES

### Metodologia

Foi aplicada ao estudo a metodologia do modelo ENPEP para análise de sistemas energéticos. O modelo ENPEP versão 2.20 para ambiente Windows é composto de vários módulos; o utilizado neste estudo foi o módulo “BALANCE” que incorpora o módulo IMPACTS, que permite o cálculo das emissões de poluentes (ANL, 2000).

A metodologia do ENPEP pressupõe a elaboração do desenvolvimento de uma base de dados, seguida de uma análise integrada, análise de decisão e iteração, conforme apresentado na Figura 1, tendo as etapas descritas a seguir:

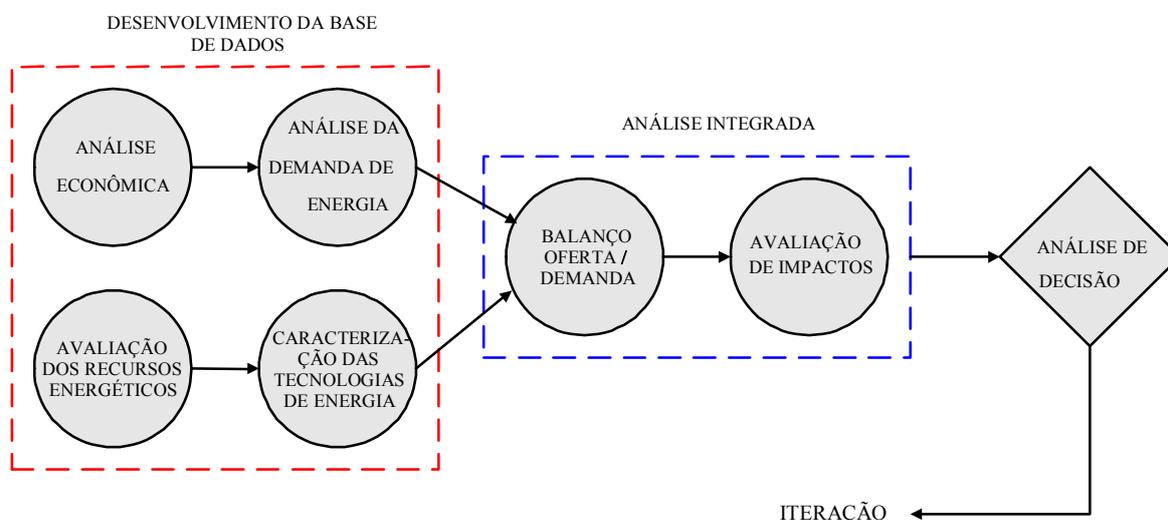


Figura 1 – Abordagem metodológica do modelo ENPEP.

Figure 1 – Methodology approach of ENPEP’s model

Fonte: IAEA (1984)

A análise econômica configura-se como a base do trabalho por determinar o nível e o padrão de crescimento global de desenvolvimento, bem como por ser utilizada para desenvolver as projeções de demanda de energia. O foco dessa análise econômica está nos aspectos gerais de desenvolvimento, sendo abordado neste estudo o Produto Interno Bruto – PIB e a população, esta última implícita na demanda de energia.

A análise da demanda de energia é feita concentrando-se nos setores individuais da economia e que neste estudo foi concentrada no Setor Residencial. Tem a finalidade de fornecer projeções de atividade e demanda de energia neste setor, o que significa o nível de atividade atual do setor, o padrão de consumo de energia atual, o crescimento projetado da atividade e o crescimento projetado na demanda de energia.

A avaliação dos recursos energéticos diz respeito à disponibilidade e viabilidade econômica para sua inclusão no sistema energético. As fontes de recursos são os combustíveis fósseis, nucleares, fontes renováveis e foram considerados aqueles que constam no 20º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais (CEMIG, 2005).

A caracterização das tecnologias empregadas torna possível a avaliação do sistema de suprimento de energia em relação à estrutura atual do sistema, ao padrão de suprimento no ano base, à expansão e/ou retiradas planejadas de energia e às novas tecnologias. Foram consideradas neste estudo as tecnologias empregadas no sistema energético do Estado em sua configuração atual. Na etapa de análise integrada realiza-se a análise do balanço oferta/demanda de energia útil<sup>3</sup> que visa a mensurar o suprimento de energia disponível em relação à demanda projetada e, dessa maneira, determinar a melhor forma de atendimento bem como a avaliação de impactos, a partir dos dados de emissão de poluentes se houver.

O modelo ENPEP trabalha com uma rede energética representativa do Setor Residencial e consiste de blocos e conexões. Os blocos representam os processos econômicos, as conversões de energia, os recursos energéticos e as demandas de energia útil, ao passo que as conexões representam o fluxo da energia entre os blocos.

A rede energética é desenvolvida considerando o fluxo da energia (quantidades) entre os diferentes tipos de blocos, bem como os preços da energia que flui. Cada tipo de bloco corresponde a um diferente submodelo no módulo “BALANCE” do ENPEP e é associado a equações específicas que relacionam preços e fluxos de energia nas conexões de entrada e de saída do mesmo. O algoritmo incorporado ao módulo “BALANCE” processa, simultaneamente, um sistema de desigualdades e equações não lineares. Essas relações, definidas pelos parâmetros de entrada e associadas a cada bloco da rede energética, especificam a transformação das quantidades de energia e preços através dos vários estágios da produção, processamento e uso final. Um modelo de equilíbrio, representado pela rede energética, é, então, calculado em termos de preços e quantidades, de forma a satisfazer o conjunto de todas as desigualdades e equações relevantes.

Para encontrar a solução, o modelo requer uma estimativa inicial dos valores das quantidades de produção e importação de combustíveis dos blocos de recursos energéticos que ficam localizadas na parte inferior da rede. Em seguida, os preços do combustível são computados a partir das equações de preços em cada conexão sucessiva até a parte superior da rede (demandas). As equações de preços são executadas primeiro, de baixo para cima na rede (seqüência “up-pass”) e, depois, serão as equações de quantidades (grandeza energética) de cima para baixo (seqüência “down-pass”).

As seqüências de “up-pass” e “down-pass” são repetidas até que a diferença dos fluxos de energia (quantidades) nas conexões da rede mudem pouco de uma iteração a outra e desde que todo o processo esteja dentro de um nível de tolerância especificado.

A Figura 2 mostra um exemplo da rede do ENPEP com as representações de preço (P) e quantidades (Q) em cada conexão de entrada e saída dos blocos que a compõem. As conexões entre os blocos são representadas por (L) neste exemplo.

As quantidades dos energéticos estão na unidade tEP, tonelada Equivalente de Petróleo.

<sup>3</sup> Energia útil: É a forma de energia que realmente é exigida pelo consumidor para calor, luz ou movimento mecânico.

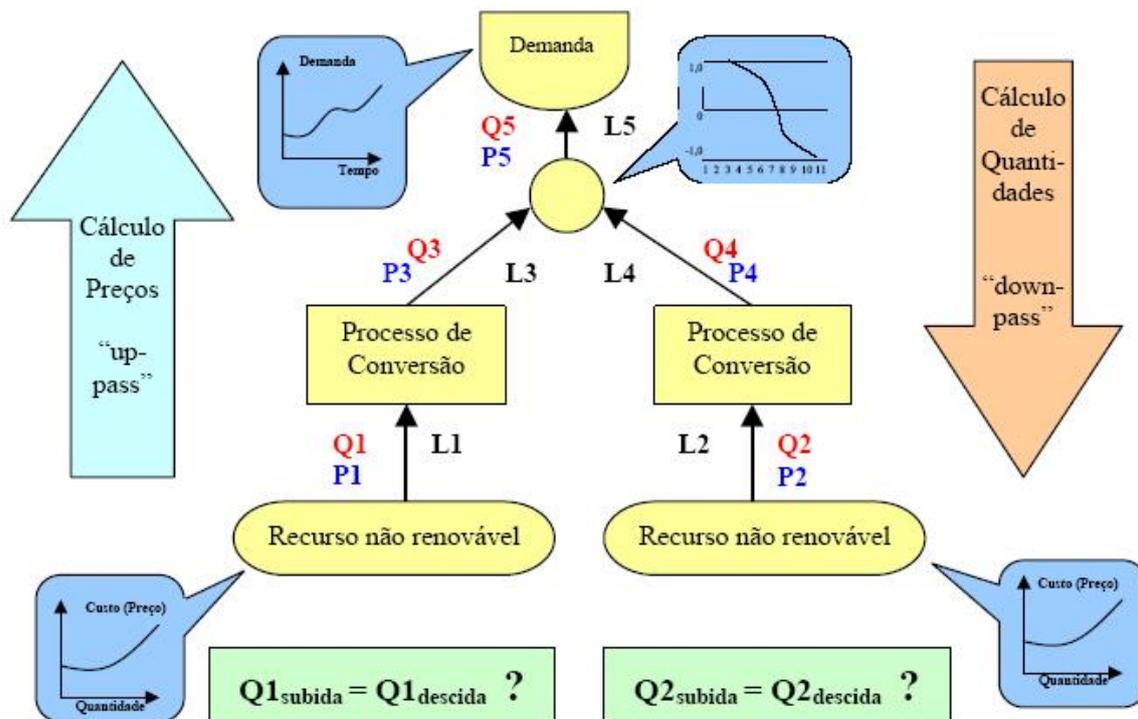


Figura 2 – Processamento da Rede Energética com ENPEP.  
Figure 2 - Processing of ENPEP.

A Figura 3 mostra a representação da rede energética elaborada para este estudo no módulo “BALANCE” do ENPEP para o Setor Residencial do Estado de Minas Gerais.

A rede energética consiste de elementos gráficos que simbolizam, de baixo para cima: fontes energéticas renováveis e não renováveis; processos de conversão de energia; etapas de decisão (ou processos econômicos) e demandas de energia útil.

As linhas que interligam os blocos simbolizam meios físicos por onde escoam o fluxo de energia do sistema, com as respectivas informações de preços inseridas.

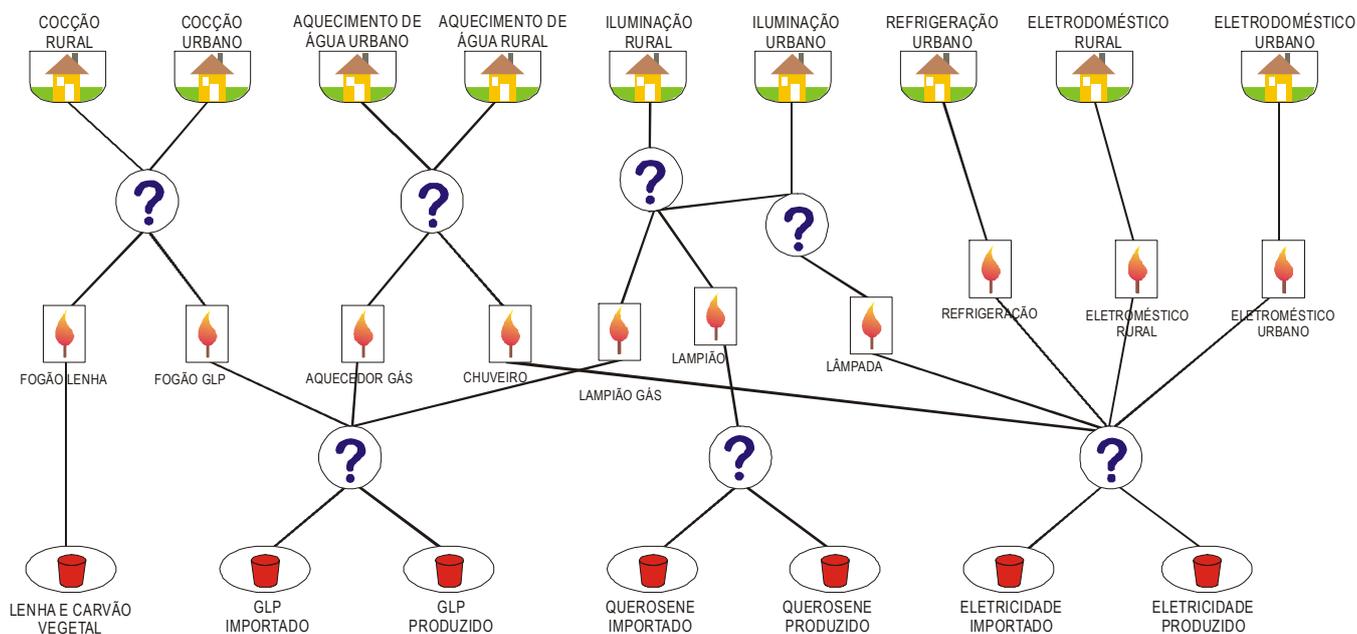


Figura 3 – Rede Energética do Setor Residencial representada com ENPEP.  
Figure 3 - Residential Sector represented with ENPEP.

Os recursos energéticos localizados na base da rede são: Lenha e Carvão Vegetal; gás liquefeito de petróleo GLP (importado<sup>4</sup> e produzido); querosene (importado e produzido) e eletricidade (importado e produzido).

Os processos de conversão de energia são: fogão a lenha; fogão a GLP; aquecedor de água a GLP; chuveiro elétrico; lampião a gás; lampião a querosene; lâmpada elétrica; refrigeração e eletrodomésticos (rural e urbano). As demandas de energia útil (rural e urbana) são: cocção; aquecimento de água; iluminação; refrigeração e eletrodomésticos.

## Hipóteses

Os cenários são conjuntos de parâmetros e premissas que objetivam configurar os contextos sócio-econômicos e energéticos para o estudo de prospecção do mercado de energia no Estado de Minas Gerais. Os cenários que afetam diretamente e indiretamente o Estado de Minas Gerais no âmbito macroeconômico são denominados:

Básico ou de referência, que pressupõe condições de crescimento da economia nos mesmos níveis da evolução histórica, da mesma forma serão os investimentos e fluxos de capital, que devem manter as tendências de crescimento no mesmo padrão histórico até então registrado;

Alto, difere do cenário Básico onde a economia mundial favorece um padrão de crescimento positivo, reestruturação das indústrias e grande incentivo às atividades econômicas; no Brasil isso implica no aumento dos investimentos e integração com o comércio mundial, o que se traduz em condições favoráveis ao desenvolvimento de tecnologia e novos postos de trabalho. Aumenta-se o fluxo de capitais e espera-se maior poder aquisitivo da população;

Baixo, neste cenário recrudescem as perspectivas do cenário Básico, o país se vê em desequilíbrio, o que poderá impedir reformas estruturais para o crescimento sustentado. Como consequência, reduzem-se os investimentos, empregos, renda e com isso poderá cair o poder aquisitivo geral da população.

Os valores estimados para o crescimento do PIB nos cenários macroeconômicos foram obtidos a partir da média entre os últimos 11 anos (FJP DATAGERAIS, 2006) e o estudo da CEMIG (CEMIG, 1997).

Para a obtenção dos Cenários Alto e Baixo foi atribuído 1,5 acima e 1,5 abaixo dessa média, respectivamente, dando origem aos valores apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Valores das taxas de crescimento do PIB – MG**  
**Table 1 - Values of the PIB's growth rates - MG**

Cenário	Baixo	Básico ou Referência	Alto
Taxa de crescimento (% ao ano)	2,2	3,7	5,2

A Tabela 2 mostra a evolução do consumo dos recursos energéticos no Setor Residencial no Estado de Minas Gerais de 1998 até o ano de 2004.

<sup>4</sup> Importado neste caso significa o recurso energético proveniente de outro estado ou país.

**Tabela 2 – Consumo de energéticos no Setor Residencial – MG**  
**Table 2 - Consumption of energy in the Residential Sector – MG**

	mil tEP						
Fonte de energia	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Lenha	1.857	1.881	2.188	2.376	2.328	2.166	1.949
Carvão vegetal	16	16	16	16	17	17	17
GLP	661	677	644	684	693	702	764
Querosene	6	4	7	7	8	5	3
Eletricidade	666	682	695	593	584	599	599
Outras fontes primárias	54	55	58	59	58	52	48
<b>Consumo final total</b>	<b>3.260</b>	<b>3.315</b>	<b>3.608</b>	<b>3.735</b>	<b>3.688</b>	<b>3.541</b>	<b>3.380</b>

Fonte: CEMIG (2005)

Na Tabela 3 encontram-se relacionados os preços disponíveis no Balanço Energético Nacional (MME, BEN 2005) e Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2005) e foram obtidos diretamente em dólares por barril equivalente de petróleo – bep.

**Tabela 3 – Preços dos energéticos – MG**  
**Table 3 – Energy prices - MG**

	US\$/bep									
Energético	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GLP	51,7	66,9	74,2	86,5	87,5	102,4	75,5	81,1	94,1	100,4
Eletricidade	174,8	222,9	233,1	231,9	172,6	195,0	170,1	158,8	175,0	205,8
Lenha	13,8	15,6	14,3	13,3	11,4	9,8	9,3	6,6	7,7	10,0
Querosene	-	-	-	-	-	57,0	62,9	88,0	63,7	-

Fonte: MME, BEN 2005 (US\$ de 2004) e Anuário Estatístico da ANP (2005)

A Tabela 4 apresenta os valores para as taxas de crescimento dos preços dos energéticos no Setor Residencial, considerados os mesmos para os três cenários macroeconômicos e obtidos a partir dos valores históricos da Tabela 3 por regressão linear<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Quando se tem uma série de t observações anuais  $a_1, a_2, \dots, a_t$  e se deseja calcular sua taxa de crescimento por regressão linear, utiliza-se a seguinte equação:

$$j = \left( \frac{a_t}{a_1} \right)^{\frac{1}{t-1}} - 1$$

onde: t = número de observações disponíveis,  
 t-1 = número de anos transcorridos entre a primeira e a t-ésima observação.

**Tabela 4 – Taxas de crescimento dos preços dos recursos energéticos (% a.a.).**  
**Table 4 - Prices growth from energy resources (% p/y).**

Fonte de energia	% ao ano
Lenha	0,5
GLP	4,4
Querosene	3,8
Eletricidade	1,8

O período tomado para obtenção da taxa de crescimento do preço do GLP foi o dos últimos oito anos, 1997/2004 (4,4%a.a.). Se tomado o período de 1995/2004, o valor de 7,7% a.a. poderá ser considerado exagerado, esta situação poderia levar a população a buscar os fogões elétricos para cocção uma vez que a eletricidade seria mais viável economicamente, fato ainda bastante improvável. No caso da lenha, foram tomados os últimos 5 anos, 2000/2004 (0,5%a.a.).

Uma taxa negativa para o período 1995/2004 levaria a uma situação onde a população urbana poderia, hipoteticamente, adquirir fogões à lenha em função do preço do energético.

Não é provável que a lenha se desvalorize tanto (taxa negativa de crescimento do preço, - 3,5% a.a. entre 1995/2004) devido à crescente preocupação com o meio ambiente.

A Tabela 5 mostra algumas eficiências de sistemas de conversão de energia atualmente em uso e que foram consideradas para os Cenários Macroeconômicos.

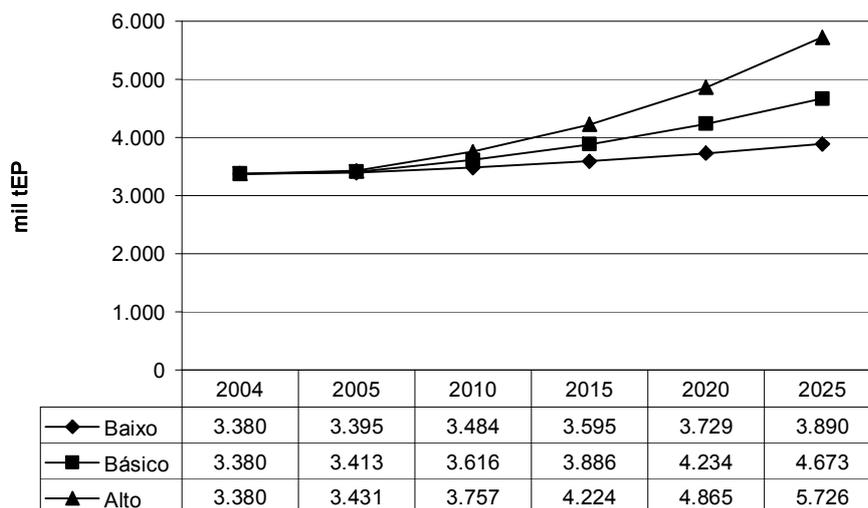
**Tabela 5 - Eficiências dos principais equipamentos**  
**Table 5 -Efficiencies of the main equipments**

Equipamento	Eficiência (%)	Equipamento	Eficiência (%)
Fogão a lenha	10	Refrigerador	55
Fogão a GLP	55	Lampião a querosene	40
Aquecedor a gás	58	Chuveiro elétrico	95
Lâmpada incandescente	5	Lampião a gás	55

Fonte: FDTE (1985), INMETRO (2005), PROCEL (2005).

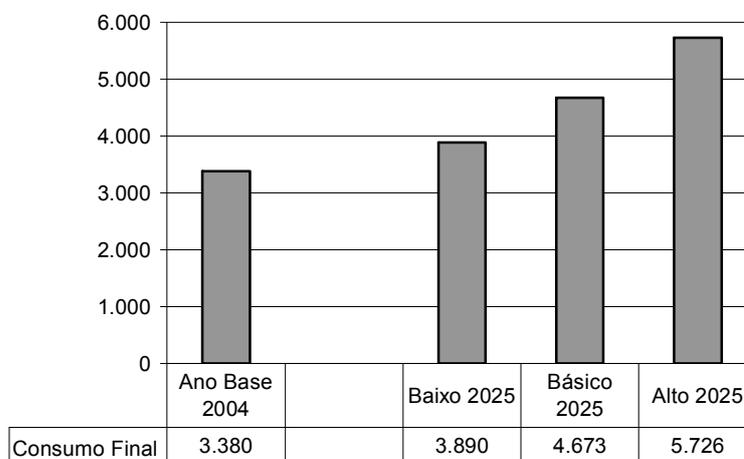
## RESULTADOS

Os principais resultados obtidos do processamento do módulo “BALANCE” do ENPEP podem ser observados na Figura 4. O Cenário Básico apresenta um crescimento de 38% em relação ao ano base 2004. Observa-se, nesta figura, que em 2025 o Cenário Alto deverá ser 23% superior em relação ao Cenário Básico; o Cenário Baixo deverá ser 17% inferior.



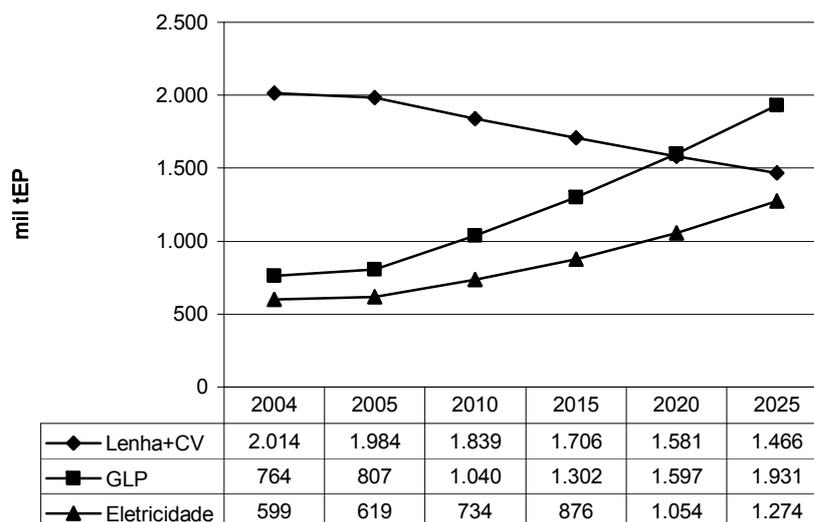
**Figura 4 – Consumo final de energia do Setor Residencial nos Cenários Macroeconômicos.**  
**Figure 4 - Final consumption of energy of the Residential Sector in the Macroeconomic Scenarios.**

A Figura 5 apresenta o consumo final de energia do Setor Residencial no final do horizonte de estudo, 2025, comparado com o ano base, 2004.



**Figura 5 – Consumo final de energia do Setor Residencial em 2025 comparado ao ano base 2004.**  
**Figure 5 - Final consumption of energy of the Residential Sector in 2025 compared with the base year 2004.**

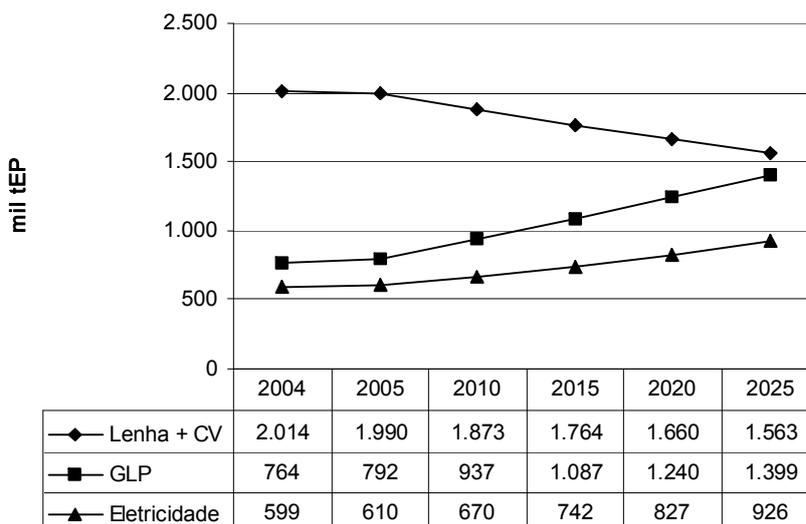
O consumo final de energia por recurso energético para o Cenário Básico está apresentado na Figura 6.



**Figura 6 – Consumo final de energia no Cenário Básico por energético**  
**Figure 6 - Final consumption of energy in the Basic Scenario for energy**

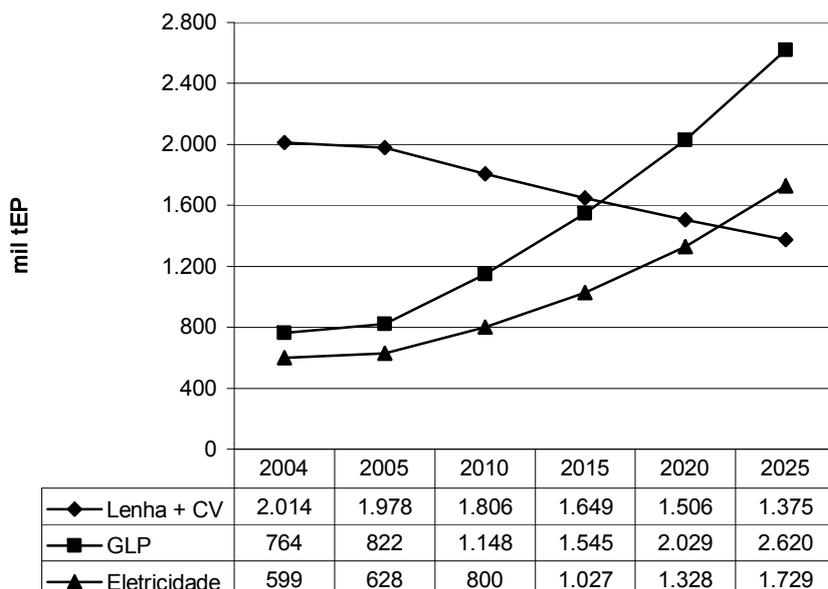
Conforme mostra a Figura 6, no Cenário Básico a Lenha e Carvão Vegetal descrevem uma redução no consumo de 27,2% ao longo do horizonte de estudo. Espera-se um crescimento de 153% na participação do GLP e de 113% para a Eletricidade até 2025. O Querosene deverá ser cada vez menos significativo e não foi mostrado na Figura 6, apresentou em 2004 demanda de apenas 3 mil tEP, chegando a 2025 com 1.8 mil tEP, redução de 40%. O consumo final de GLP deverá superar o de Lenha e Carvão Vegetal a partir do ano de 2020.

No Cenário Baixo da Figura 7, a Lenha e Carvão Vegetal deverão ter até 2025 uma redução 22% do consumo e um crescimento de 83% e 55%, respectivamente para o GLP e a Eletricidade.



**Figura 7 – Consumo final de energia no Cenário Baixo por energético**  
**Figure 7 - Final consumption of energy in the Low Scenario for energy**

A Figura 8 mostra a situação do Cenário Alto para os energéticos. A Lenha e Carvão Vegetal apresentam queda no consumo de 32%. O GLP e a Eletricidade apresentam crescimentos expressivos de 243% e 189%, respectivamente. O consumo de GLP neste cenário deverá superar o de Lenha e Carvão Vegetal por volta do ano de 2015.



**Figura 8 – Consumo final de energia no Cenário Alto por energético**  
**Figure 8 - Final consumption of energy in the High Scenario for energy**

## CONCLUSÕES

O Setor Residencial mostrou-se sensível às questões energéticas com a crise de energia de 2001 no Brasil. Não é um setor da economia gerador de PIB, mas contém o principal elemento para a mudança de hábitos e conceitos: o ser humano. Isso é confirmado pela queda de 9,5% do consumo final de energia no Setor Residencial de 2001 até 2004.

A questão da educação dos consumidores, ou seja, o esclarecimento da população a respeito do problema de abastecimento de energia produziu um resultado imediato e, até o momento, duradouro. Esse fato é muito importante, pois sem investimento em aporte tecnológico obteve-se grande economia de energia, o que abre uma perspectiva muito fértil de direcionamento de ações educativas na formação de futuras gerações.

Não obstante, o crescimento da demanda de energia continuará, em grandes proporções e com alguma substituição, como mostra este estudo até o ano de 2025 para o caso específico estudado, o sistema energético do Setor residencial para o Estado de Minas Gerais.

A Lenha deverá ser substituída paulatinamente pelo GLP, uma vez vencidas as dificuldades de distribuição desse energético, sobretudo no meio rural. O aumento do consumo de GLP revela uma urgente necessidade de avaliação de seu abastecimento e distribuição por parte do governo do Estado.

O Querosene tende a uma participação cada vez mais insignificante na matriz energética do Setor Residencial do Estado.

No caso da Eletricidade, forma nobre de energia, a redução do déficit habitacional e o crescimento populacional poderão justificar crescimentos tão expressivos para o consumo final de energia elétrica para o período estudado, considerando que existe crescente demanda por aparelhos elétricos e eletrônicos nas residências, tanto rurais quanto urbanas.

A partir dos resultados apresentados obtidos pelo processamento da rede energética do Setor Residencial com o modelo ENPEP, pode-se relacionar os seguintes pontos para reflexão:

- o aumento da urbanização remete a um forte crescimento do consumo de GLP e energia elétrica além das conhecidas mazelas do crescimento desordenado das cidades, ou seja, é necessário planejar a geração e o abastecimento de modo a suprir satisfatoriamente as demandas de energia;

- o consumo de GLP necessita de criteriosa avaliação uma vez que o Estado de Minas Gerais importa grande parte do que consome e, além disso, não há substituto para esse energético em caso de desabastecimento;

- a Lenha para cocção apresenta tendência de queda, seja pela redução da população rural, seja pela crescente penetração de GLP; a queda é mais acentuada no Cenário Alto do que no Cenário Baixo;

- tomando por base o crescimento de 113% no consumo final de energia elétrica no Cenário Básico, saltando de 599 mil tEP em 2004 para 1.274 mil tEP em 2025, além da necessidade de políticas energéticas de produção e geração, as perdas por distribuição deverão ser reduzidas já que em 2004 foram perdidos 483 mil tEP dessa maneira (CEMIG, 2005), ou seja, quase 72% do aumento previsto pelo modelo.

Os resultados obtidos e as conclusões valem condicionados às hipóteses adotadas e à base de dados elaborada para o presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural, 2005.

ARGONNE NATIONAL LABORATORY – ANL. User's Guide, ENPEP for Windows. Version 2.0. Junho 2000.

CIRILLO, Richard (Dick) R. Overview of Energy Planning. In: Training Seminar on the Energy and Power Evaluation Program (ENPEP). Companhia Energética de Minas Gerais S.A. (CEMIG), International Atomic Energy Agency (IAEA) Technical Cooperation Assistance BRA/0.013. Belo Horizonte, fevereiro 1995.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S/A - CEMIG. Balanço Energético do Estado de Minas Gerais - 20º BEEMG. Belo Horizonte, 2005.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S/A. International Atomic Energy Agency - IAEA Energy Planning For The State Of Minas Gerais. Belo Horizonte, 1997.

COSTA, José Humberto. Cenários de consumo e oferta de energia para o Estado de Minas Gerais, utilizando o modelo ENPEP (Energy and Power Evaluation Program), para o período 1995 a 2015, considerando uma disponibilidade ilimitada de gás natural. Dissertação de Mestrado, Curso de Ciências e Técnicas Nucleares – UFMG, Belo Horizonte, 2001.

DEL VALLE, Alfredo. Planejamento energético: Desafios da renovação. Revista Brasileira de Tecnologia, Brasília, vol.15, no 6, pp.41-46, novembro/dezembro, 1984.

FUNDAÇÃO DE PESQUISA E ASSESSORAMENTO À INDÚSTRIA - FUPAI - Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. –Diversos Autores - Itajubá, MG, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. DataGerais. [www.datagerais.mg.gov.br](http://www.datagerais.mg.gov.br) acessado em 12 de junho de 2006.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - FDTE. Manual de Equipamentos de Demanda. Colaboração da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1985.

HAMILTON, Bruce; CIRILLO, Richard. Overview of energy planning. In: ENPEP TRAINING COURSE. International Agency Energy Atomic – AIEA e Argonne National Laboratory – ANL. Belo Horizonte, fevereiro 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Índices de eficiência. Disponível em : <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> . Acessado 23 junho de 2005

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY - IAEA. Expansion planning for electrical generating systems: A guidebook. Viena, 1984 [Technical Reports Series No. 241].

LEROY, Laura Maria Jacques. Energy planning for the State of Minas Gerais – Energy Plan. Lecture presented at: WORKSHOP ON THE USE OF ENPEP IN NATIONAL ENERGY STUDIES, Cidade do México, 10-14 de setembro de 2001.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. Balanço Energético Nacional - BEN 2005 - Ano Base 2004. Secretaria de Energia - SEN, Brasília, 2005.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, Secretaria de Energia - SEN, Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/procel/site/home/index.asp> Acessado em 11 de agosto de 2005

REIS, Lineu Belico dos. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável / Lineu Belico dos Reis, Eliane A. Amaral Fadigas, Cláudio Elias Carvalho. – Barueri, SP: Manole, 2005.