

## **COBEN 07/88**

**TEMA:** AVALIAÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE LENHA E CARVÃO VEGETAL DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

**AUTOR:** JOÃO ANTONIO MOREIRA PATUSCO

As séries históricas de consumo setorial de lenha registradas no Balanço Energético Nacional tinham, até o BEN de 1987, apenas um ano de referência, isto é, apenas o censo do IBGE de 1970. Acrescido a isto, em 1976, foi recomendado aumentar-se o consumo de lenha em alguns setores do Balanço a fim de que a participação do petróleo na oferta interna de energia decrescesse. Portanto, acreditava-se que as séries de consumo setorial de lenha poderiam estar acumulando significativos desvios.

A partir de 1985, com a disponibilidade de dados do censo IBGE de 1980, com a realização de pesquisas pelas equipes Estaduais de Balanços Energéticos e com informações da pesquisa industrial do CNP, tornou-se possível reavaliar as séries históricas do consumo setorial de lenha e verificar que estas vinham acumulando desvios significativos.

No caso do setor residencial verificou-se haver bastante coerência nos resultados dos dois censos do IBGE, 1970 e 1980, culminando com a definição de uma nova série de consumo de lenha na cocção de alimentos a partir da análise dos seguintes dados das pesquisas:

- número de domicílios
- número de fogões por tipo de combustível
- consumo de cada combustível
- número de pessoas por domicílio
- rendimento de cada tipo de fogão
- consumo médio em energia útil

A tabela 1 apresenta os resultados dos dois censos, podendo constatar-se que:

1. O número de domicílios com mais de um fogão aumentou, passou de 8,4% em 1970 para 11,8% em 1980, ou seja para cada fogão a GLP que entra não sai um fogão a lenha;
2. O número de fogões a lenha decresceu de 9.506 mil para 8.258 mil;
3. O número de fogões a GLP cresceu de 8.506 mil para 17.020 mil;
4. O número de fogões a carvão vegetal dobrou, passou de 1.078 mil para 2.180 mil;
5. O número de outros fogões decresceu;
6. O consumo médio de lenha em calorías (por domicílio consumidor) foi cerca de 11 vezes superior ao consumo de GLP, o que vem confirmar a menor eficiência do fogão e o uso da lenha para outros fins, como: ferver roupa, esquentar água para banho, manutenção da chama durante todo o dia, etc.

7. O consumo de GLP por domicílio consumidor decresceu de 1970 para 1980, passou de 166 kg/d. cons. para 155 enquanto que o consumo de lenha cresceu, passou de 21,5 m<sup>3</sup>st/d. cons. para 22,6. Aparentemente não se encontram justificativas para este aumento de lenha já que a sua obtenção é cada vez mais difícil e cara e o número de habitantes por domicílio diminuiu. Mesmo considerando uma certa inelasticidade no consumo de lenha em relação ao número de habitantes, ainda assim, seria mais justificável uma redução que um aumento.
8. Em todas as regiões o consumo médio em energia útil por **habitante** cresceu, sendo a região Centro-Oeste a que apresentou maior taxa de crescimento no período, possivelmente, devido à alta renda per capita de Brasília. Já o consumo em energia útil por **domicílio** cresceu nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e decresceu nas regiões Sul e Sudeste, nestas duas últimas devido, provavelmente ao grande % de redução do número de habitantes por domicílio.

Vários fatores podem influenciar no maior ou menor consumo de energia por habitante na cocção de alimentos, podendo ser destacados como inibidores: o maior acesso aos restaurantes e lanchonetes com a urbanização, maior industrialização dos alimentos como os enlatados e massas; e como fomentadores: a facilidade de manuseio do GLP, uma relativa inelasticidade do consumo com a redução do número de habitantes por domicílio, maior renda familiar, etc.

Determinar uma equação que possa traduzir todos esses fatores parece uma tarefa difícil, de tal forma que os números apresentados nas tabelas 2 e 3, depois de um processo de aproximações sucessivas, parecem os mais lógicos, diante das poucas informações ainda existentes.

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados da análise dos censos, cabendo destacar os seguintes comentários:

- a) Os consumos de GLP em 1970 e 1980 são do CNP, um pouco menores que os consumos do IBGE.
- b) Adotou-se a partir de 1980 um consumo médio de lenha por domicílio de 19,5 st, quantidade inferior à do IBGE e que acompanha a mesma redução verificada no consumo de GLP de 1970 para 1980.
- c) A exemplo do que ocorreu nos dois censos o percentual de domicílios com mais de um fogão, a partir de 1980, continua crescendo, chegando a 13,7% em 1987 e o consumo em energia útil, também, mantém-se crescendo, passando de 176 Mcal/hab. em 1980 para 189 Mcal/hab. em 1987.

Concluindo, cabe acrescentar que, os dados apresentados são estimativas não definitivas, mas que por certo são bem mais depuradas que as anteriores do BEN. Dessa forma até que outras pesquisas permitam uma nova análise do assunto estes serão os novos dados constantes do Balanço Energético Nacional e que mostram uma curva decrescente de consumo bem mais acentuada que a anterior.

As tabelas 4 e 5 apresentam as variações ocorridas nas séries históricas do consumo residencial de lenha e de carvão vegetal em relação às séries anteriores.

TABELA 1

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NA COCÇÃO DE ALIMENTOS  
DADOS DOS CENSOS DO IBGE**

| Especificação                      | Unidade                        | Norte  |        | Nordeste |        | Sudeste |        | Sul    |        | C. Oeste |        | Brasil  |         |
|------------------------------------|--------------------------------|--------|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|----------|--------|---------|---------|
|                                    |                                | 1970   | 1980   | 1970     | 1980   | 1970    | 1980   | 1970   | 1980   | 1970     | 1980   | 1970    | 1980    |
| População                          | 10 <sup>3</sup>                | 3.617  | 5.880  | 28.272   | 34.810 | 40.177  | 51.730 | 16.561 | 19.030 | 5.106    | 7.540  | 93.734  | 119.000 |
| Número de domicílios               | 10 <sup>3</sup>                | 592    | 1.043  | 5.272    | 6.750  | 8.124   | 11.684 | 3.136  | 4.188  | 958      | 1.544  | 18.086  | 25.210  |
| Consumo de lenha                   | 10 <sup>3</sup> st             | 10.176 | 10.300 | 73.461   | 70.150 | 57.124  | 46.700 | 46.943 | 43.400 | 16.214   | 15.950 | 203.910 | 186.500 |
| Consumo de GLP                     | 10 <sup>3</sup> t              | 25     | 89     | 185      | 454    | 890     | 1.515  | 193    | 416    | 45       | 167    | 1.338   | 2.641   |
| Consumo de carvão vegetal          | 10 <sup>3</sup> t              | 107    | 144    | 534      | 1.105  | 27      | 6      | 4      | 9      | 5        | 21     | 677     | 1.285   |
| Consumo de gás de cidade           | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | -      | -      | -        | -      | 234     | 317    | -      | -      | -        | -      | 234     | 317     |
| Número de fogões                   | 10 <sup>3</sup>                | 634    | 1.124  | 5.683    | 7.605  | 8.587   | 12.409 | 3.677  | 5.276  | 1.018    | 1.774  | 19.599  | 28.188  |
| Número de fogões a lenha           | 10 <sup>3</sup>                | 316    | 360    | 3.451    | 2.999  | 2.746   | 2.105  | 2.294  | 2.167  | 699      | 627    | 9.506   | 8.258   |
| Número de fogões a GLP             | 10 <sup>3</sup>                | 152    | 540    | 1.071    | 2.775  | 5.272   | 9.667  | 1.267  | 3.010  | 294      | 1.028  | 8.056   | 17.020  |
| Número de fogões a carvão vegetal  | 10 <sup>3</sup>                | 144    | 204    | 855      | 1.731  | 57      | 82     | 6      | 69     | 16       | 94     | 1.078   | 2.180   |
| Número de fogões a gás canalizado  | 10 <sup>3</sup>                | -      | -      | -        | -      | 374     | 435    | -      | -      | -        | -      | 374     | 435     |
| Número de outros fogões            | 10 <sup>3</sup>                | 22     | 20     | 306      | 100    | 138     | 120    | 110    | 30     | 9        | 25     | 585     | 295     |
| Dom. com mais de um fogão          | %                              | 7,1    | 7,8    | 7,7      | 12,7   | 5,7     | 6,2    | 17,3   | 26,0   | 6,3      | 14,9   | 8,4     | 11,8    |
| Número de habitantes por domicílio | hab./dom.                      | 6,1    | 5,6    | 5,4      | 5,2    | 4,9     | 4,4    | 5,3    | 4,5    | 5,3      | 4,9    | 5,2     | 4,7     |
| Consumo de lenha /d. cons.         | m <sup>3</sup> st/d. c.        | 32,2   | 28,6   | 21,3     | 23,4   | 20,8    | 22,2   | 20,5   | 20,0   | 23,2     | 25,4   | 21,5    | 22,6    |
| Consumo de GLP /d. cons.           | kg /d. cons.                   | 764    | 165    | 173      | 164    | 169     | 157    | 152    | 138    | 153      | 162    | 166     | 155     |
| Consumo de c. veg./domic. cons.    | kg /d. cons.                   | 743    | 706    | 625      | 638    | 474     | 73     | 667    | 130    | 313      | 223    | 628     | 589     |
| Consumo de gás cid. /d. cons.      | m <sup>3</sup> /d. cons.       | -      | -      | -        | -      | 563     | 619    | -      | -      | -        | -      | 563     | 619     |
| Consumo de lenha /d. cons.         | Gcal /d.c.                     | 31,9   | 28,3   | 21,1     | 23,2   | 20,6    | 22,0   | 20,3   | 19,8   | 22,9     | 25,1   | 21,3    | 22,3    |
| Consumo de GLP /d. cons.           | Gcal /d.c.                     | 1,9    | 1,9    | 2,0      | 1,9    | 2,0     | 1,9    | 1,8    | 1,6    | 1,8      | 1,9    | 2,0     | 1,8     |
| Consumo de c. veg. /d. cons.       | Gcal /d.c.                     | 5,1    | 4,8    | 4,3      | 4,3    | 3,2     | 0,5    | 4,1    | 0,9    | 2,1      | 1,5    | 4,3     | 4,0     |
| Consumo de gás de cid. /d. cons.   | Gcal /d.c.                     | -      | -      | -        | -      | 2,5     | 2,6    | -      | -      | -        | -      | 2,5     | 2,6     |
| Relação lenha /GLP                 |                                | 16,8   | 14,9   | 10,6     | 12,2   | 10,3    | 11,6   | 11,3   | 12,4   | 12,7     | 13,2   | 10,7    | 12,3    |
| Cons. médio de energia útil (*)    | Mcal /dom.                     | 791    | 820    | 825      | 832    | 937     | 906    | 922    | 888    | 837      | 924    | 884     | 884     |
|                                    | Mcal /dom.                     | 130    | 146    | 153      | 160    | 191     | 206    | 174    | 197    | 158      | 189    | 171     | 187     |

Notas: PC lenha 3.300 kcal /kg

PC GLP 11.800 kcal /kg

PC gás cid. 4.500 kcal /m<sup>3</sup>

PC c. veg. 6.800 kcal /kg

(\*) Não foram considerados **outros fogões** por terem participação insignificante.

Retirados: 10% em 1970 e 15% em 1980 do gás canalizado para aquecimento d'água.

Densidade da lenha = 300 kg /st.

Rendimento: Fogão a GLP e gás de cidade - 45%.

Fogão a carvão vegetal - 9%.

Fogão a lenha - O rendimento do fogão a GLP dividido pela relação lenha /GLP

TABELA 2

## ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NA COCÇÃO DE ALIMENTOS

| Ano  | Lenha             | GLP                            | Carvão Vegetal    | Gás Canalizado                 | Cons.Útil de Lenha | Cons.Útil de GLP | Cons.Útil de Carvão Vegetal | Cons.Útil de Gás de Cidade | Total de Energia Útil | Total de Energia Útil |
|------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | 10 <sup>3</sup> t | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> t | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | Gcal               | Gcal             | Gcal                        | Gcal                       | Gcal                  | Mcal /hab.            |
| 1970 | 61.542            | 2.112                          | 677               | 267                            | 8.124              | 6.224            | 414                         | 514                        | 15.303                | 165                   |
| 1971 | 61.503            | 2.268                          | 749               | 271                            | 8.118              | 6.684            | 458                         | 549                        | 15.809                | 166                   |
| 1972 | 61.309            | 2.485                          | 818               | 272                            | 8.093              | 7.323            | 501                         | 551                        | 16.468                | 169                   |
| 1973 | 60.003            | 2.731                          | 877               | 280                            | 7.920              | 8.048            | 537                         | 567                        | 17.072                | 171                   |
| 1974 | 59.304            | 2.890                          | 946               | 296                            | 7.828              | 8.517            | 579                         | 599                        | 17.523                | 171                   |
| 1975 | 57.892            | 2.965                          | 1.002             | 316                            | 7.642              | 8.738            | 613                         | 640                        | 17.633                | 168                   |
| 1976 | 56.336            | 3.258                          | 1.070             | 325                            | 7.436              | 9.601            | 655                         | 658                        | 18.350                | 171                   |
| 1977 | 53.684            | 3.381                          | 1.124             | 313                            | 7.086              | 9.964            | 687                         | 634                        | 18.371                | 167                   |
| 1978 | 50.497            | 3.742                          | 1.166             | 320                            | 6.666              | 11.028           | 714                         | 648                        | 19.056                | 169                   |
| 1979 | 49.481            | 4.140                          | 1.242             | 328                            | 6.531              | 12.200           | 760                         | 664                        | 20.155                | 174                   |
| 1980 | 48.322            | 4.438                          | 1.286             | 323                            | 6.378              | 13.079           | 787                         | 654                        | 20.898                | 176                   |
| 1981 | 46.363            | 4.744                          | 1.313             | 337                            | 6.120              | 13.981           | 804                         | 682                        | 21.587                | 178                   |
| 1982 | 40.476            | 5.386                          | 1.311             | 350                            | 5.343              | 15.872           | 802                         | 709                        | 22.726                | 182                   |
| 1983 | 37.387            | 5.637                          | 1.354             | 363                            | 4.935              | 16.612           | 828                         | 735                        | 23.110                | 181                   |
| 1984 | 38.097            | 5.590                          | 1.395             | 359                            | 5.028              | 16.474           | 853                         | 727                        | 23.082                | 177                   |
| 1985 | 34.735            | 6.093                          | 1.328             | 381                            | 4.585              | 17.956           | 812                         | 771                        | 24.124                | 180                   |
| 1986 | 31.200            | 6.588                          | 1.244             | 367                            | 4.118              | 19.414           | 761                         | 743                        | 25.036                | 183                   |
| 1987 | 29.300            | 7.140                          | 1.210             | 378                            | 3.868              | 21.042           | 740                         | 765                        | 26.415                | 189                   |

Equações:

Energia útil = consumo final (CF) x poder calorífico (PC) x rendimento (R).

Energia útil /hab. = [CF x PC x R (Lenha) + CF x PC x R (GLP) + CF x PC x R (C. Veg.) + CF x PC x R (Gás cid.)] / População

Rendimento: Fogão a GLP e a gás de cidade = 45%.

Fogão a carvão vegetal = 9%.

Fogão a lenha = rendimento do GLP / (dividido) pela média lenha/GLP das pesquisas do IBGE (+/- 4%)

TABELA 3

## ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NA COCÇÃO DE ALIMENTOS

| Especificação                           | Unidade              | 1970   | 1980   | 1987   |
|---|----------------------|--------|--------|--------|
| Fogões a GLP                            | 10 <sup>3</sup>      | 8.056  | 17.020 | 27.700 |
| Fogões a lenha                          | 10 <sup>3</sup>      | 9.506  | 8.256  | 5.000  |
| Fogões a carvão vegetal                 | 10 <sup>3</sup>      | 1.078  | 2.180  | 2.240  |
| Fogões a gás de cidade                  | 10 <sup>3</sup>      | 374    | 435    | 490    |
| Outros fogões                           | 10 <sup>3</sup>      | 585    | 295    | 170    |
| Total de fogões                         | 10 <sup>3</sup>      | 19.599 | 28.188 | 35.600 |
| Total de domicílios                     | 10 <sup>3</sup>      | 18.086 | 25.210 | 31.318 |
| % domicílios com mais de um fogão       | %                    | 8,4    | 11,8   | 13,7   |
| Consumo GLP /domicílio cons.            | kg /d                | 146    | 145    | 143    |
| Consumo lenha /domicílio cons.          | st /d                | 21,6   | 19,5   | 19,5   |
| Consumo carvão vegetal /domicílio cons. | kg /d                | 630    | 590    | 540    |
| Consumo G. cidade /domicílio cons.      | 10 <sup>3</sup> m /d | 714    | 743    | 760    |

TABELA 4

**CONSUMO DE LENHA NO SETOR RESIDENCIAL**

| <b>Ano</b> | <b>BEN<br/>Atual<br/>10<sup>6</sup>st 1</b> | <b>BEN<br/>Anterior<br/>10<sup>6</sup>st 2</b> | <b>IBGE<br/>10<sup>6</sup>st</b> | <b>Estados<br/>10<sup>6</sup>st</b> | <b>1/2 EM<br/>st</b> | <b>1/2 EM<br/>tep</b> |
|------------|---|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1970       | 205,1                                       | 205,1  | 205,1                            |                                     | 1,00                 | 1,40                  |
| 1971       | 205,0                                       | 208,7  |                                  |                                     | 0,98                 | 1,37                  |
| 1972       | 204,4                                       | 210,9  |                                  |                                     | 0,97                 | 1,36                  |
| 1973       | 200,0                                       | 212,9  |                                  |                                     | 0,94                 | 1,32                  |
| 1974       | 197,7                                       | 215,7  |                                  |                                     | 0,92                 | 1,29                  |
| 1975       | 193,0                                       | 218,4  |                                  |                                     | 0,88                 | 1,23                  |
| 1976       | 187,8                                       | 221,2  |                                  |                                     | 0,85                 | 1,19                  |
| 1977       | 179,0                                       | 215,1  |                                  |                                     | 0,83                 | 1,16                  |
| 1978       | 168,3                                       | 210,3  |                                  |                                     | 0,80                 | 1,12                  |
| 1979       | 164,9                                       | 205,3  |                                  |                                     | 0,80                 | 1,12                  |
| 1980       | 161,1                                       | 200,9  | 186,5                            | 140,0                               | 0,80                 | 1,12                  |
| 1981       | 154,5                                       | 200,9  |                                  |                                     | 0,77                 | 1,08                  |
| 1982       | 134,9                                       | 199,4  |                                  |                                     | 0,68                 | 0,95                  |
| 1983       | 124,6                                       | 197,5  |                                  |                                     | 0,63                 | 0,88                  |
| 1984       | 127,0                                       | 194,6  |                                  |                                     | 0,65                 | 0,91                  |
| 1985       | 115,8                                       | 171,4  |                                  |                                     | 0,67                 | 0,94                  |
| 1986       | 104,0                                       | 157,4  |                                  |                                     | 0,66                 | 0,92                  |
| 1987       | 97,7  |  |                                  |                                     |                      |                       |

Notas:

- A nova curva de lenha, em estéreo, começa igual à anterior em 1970 e chega a apenas 66% da quantidade de 1986. Em tep toda a curva sofre um acréscimo de 40% dado que a densidade e o poder calorífico da lenha foram modificados, Nota Técnica COBEN 04/88.

- A quantidade proposta para 1980 é intermediária entre a do IBGE e dos Estados.

TABELA 5

**CONSUMO DE CARVÃO VEGETAL NO SETOR RESIDENCIAL**

| <b>Ano</b> | <b>BEM Atual<br/>10<sup>3</sup>t 1</b> | <b>BEM Anterior<br/>10<sup>3</sup> 2</b> | <b>IBGE<br/>10t</b> | <b>Estados<br/>10<sup>3</sup>t</b> | <b>1/2</b> |
|------------|--|--|---------------------|------------------------------------|------------|
| 1970       | 677                                    | 506                                      | 677                 |                                    | 1,34       |
| 1971       | 749                                    | 508                                      |                     |                                    | 1,47       |
| 1972       | 818                                    | 510                                      |                     |                                    | 1,60       |
| 1973       | 877                                    | 513                                      |                     |                                    | 1,71       |
| 1974       | 946                                    | 519                                      |                     |                                    | 1,82       |
| 1975       | 1.002                                  | 525                                      |                     |                                    | 1,91       |
| 1976       | 1.070                                  | 593                                      |                     |                                    | 1,80       |
| 1977       | 1.124                                  | 576                                      |                     |                                    | 1,95       |
| 1978       | 1.166                                  | 560                                      |                     |                                    | 2,08       |
| 1979       | 1.242                                  | 543                                      |                     |                                    | 2,29       |
| 1980       | 1.286                                  | 527                                      | 1.261               | 1.338                              | 2,44       |
| 1981       | 1.313                                  | 527                                      |                     |                                    | 2,49       |
| 1982       | 1.311                                  | 527                                      |                     |                                    | 2,48       |
| 1983       | 1.354                                  | 550                                      |                     |                                    | 2,46       |
| 1984       | 1.395                                  | 711                                      |                     |                                    | 1,96       |
| 1985       | 1.328                                  | 750                                      |                     |                                    | 1,77       |
| 1986       | 1.244                                  | 790                                      |                     |                                    | 1,57       |
| 1987       | 1.210                                  |  |                     |                                    |            |

Notas:

- Com o carvão vegetal ocorre o inverso do que ocorreu com a lenha, ou seja, a nova proposta de consumo apresenta números bem maiores, consequência de informações do censo IBGE 1980 e dos levantamentos estaduais que apresentam consumos bem maiores em 1980 que o previsto no BEN.