



## **A Revista**

### ***Economia e Energia* – *e&e* – *Economy and Energy***

*e&e* é uma revista bimensal e bilíngüe editada desde 1997 e publicada na Internet. Seu objetivo é divulgar trabalhos e promover debates sobre temas relacionados ao seu título. Para sua manutenção, a revista tem contado com o suporte de seus membros e, de forma não contínua, com apoio institucional de entidades públicas ou privadas. Quando existente, este apoio é indicado por chamadas institucionais na publicação. Seu editor chefe é Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com].

## **A Organização Não Governamental**

### ***Economia e Energia* *e&e* – ONG**

*Economia e Energia* – ONG é uma sociedade sem fins lucrativos que foi constituída para dar sustentação à revista do mesmo nome e para promover estudos sobre os temas relacionados à economia e energia. No caso de estudos para entidades governamentais ou privadas ela contrata individualmente consultores ou empresas de consultoria para a realização das tarefas. Também pode atuar em convênio com entidades públicas ou privadas. Seu superintendente é Omar Campos Ferreira [omar@ecen.com Tel.].

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005 Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 22224817  
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290 Belo Horizonte MG Tel./Fax (31) 3284-3416  
Internet :<http://ecen.com>



Economia e Energia – <http://ecen.com>

No 40: Setembro-Outubro 2003

ISSN 1518-2932

Original Inglês e Português disponível bimestralmente em:

<http://ecen.com>

### **Página Principal**

[Notícias do BEN 2003 MME:](#)

### **Análise Energética Brasileira - Período 1970 a 2002**

Uma análise da evolução do consumo e produção de energia no Brasil do ano de 1970 ao de 2002 é apresentada. São abordados os aspectos de oferta interna, do consumo nos diversos setores e por fonte energética bem como as correlações entre energia e economia. Comenta-se a evolução institucional do Setor e seu marco regulatório.

### **Energia Equivalente e BEN 49 X 46: Manual do Usuário**

Economia e Energia - *e&e* está colocando à disposição dos seu leitores um programa de computador elaborado em Visual Basic sobre planilhas Excel (Microsoft) que permite elaborar tabelas anuais de energia equivalente. Os dados do Balanço Energético do Ministério de Minas e Energia, em uma abertura maior que a da publicação anual e com os dados de 1970 a 2002 estão também disponíveis. Várias tipos de tabelas podem ser escolhidas e o usuário pode criar suas próprias tabelas. O programa pode ser encontrado em <http://ecen.com>. Também é apresentado o conceito de energia equivalente.

## **Sumário**

Análise Energética Brasileira - período 1970 a 2002 .....	3
Considerações Gerais.....	3
Oferta Interna de Energia.....	4
Consumo Final de Energia.....	8
Energia e Economia .....	12
Marcos Regulatórios do Setor Energético Brasileiro ....	16
Energia Equivalente e BEN 49 X 46: Manual do Usuário .....	18
Instalando.....	18
Na Capa .....	18
Na Planilha principal BEN 49 X 46 .....	19
Na Planilha Tab_ad_hoc.....	21
Conceito de Energia Equivalente.....	23

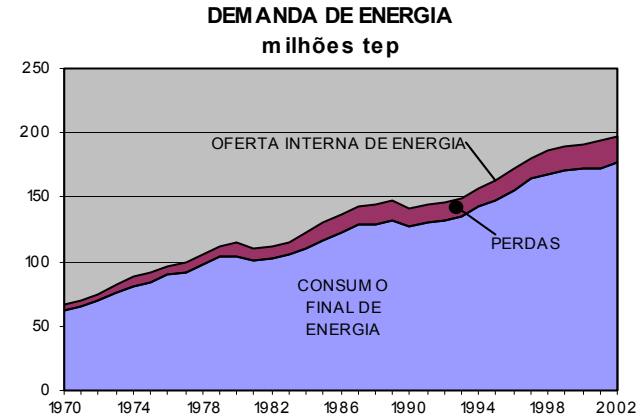
## Análise Energética Brasileira - período 1970 a 2002

### Considerações Gerais

A energia que movimenta a indústria, o transporte, o comércio e demais setores econômicos do País recebe a denominação de Consumo Final no Balanço Energético Nacional. Esta energia para chegar ao local de consumo é transportada por gasodutos, linhas de transmissão, rodovias, ferrovias, etc, processos que demandam perdas de energia. De outro lado, a energia extraída da natureza não se encontra nas formas mais adequadas para os usos finais, necessitando, na maioria dos casos, de passar por processos de transformação (refinarias que transformam o petróleo em óleo diesel, gasolina, etc; usinas hidrelétricas que aproveitam a energia mecânica da água para produção de energia elétrica, carvoarias que transformam a lenha em carvão vegetal, etc). Estes processos também demandam perdas de energia.

No Balanço Energético Nacional, a menos de eventuais ajustes estatísticos, a soma do consumo final de energia, das perdas na distribuição e armazenagem e das perdas nos processos de transformação, recebe a denominação de Oferta Interna de Energia – OIE, também, costumeiramente denominada de matriz energética ou de demanda total de energia.

A figura a seguir apresenta a evolução destas duas variáveis, no período 1970 a 2002, consideradas as mais representativas de um balanço energético. Nota-se um crescente distanciamento entre as curvas, resultado do crescimento das perdas acima do crescimento do consumo final. As performances negativas das curvas em 1981 resultam da recessão econômica mundial, provocada pelo aumento dos preços internacionais do petróleo em 1979. Em 1990, os resultados negativos são reflexo do plano econômico da época – Plano Collor - que bloqueou as aplicações financeiras da população e dos empresários.



As políticas econômicas e energéticas nacionais e as perturbações externas que influenciaram na evolução e composição destas variáveis são comentadas a seguir.

### Oferta Interna de Energia

A Oferta Interna de Energia, em 2002, foi de 198 milhões de toneladas equivalentes de petróleo – tep, montante 196% superior ao de 1970 e equivalente a 2% da demanda mundial. Importante setor da infra-estrutura econômica, a indústria de energia no Brasil responde pelo abastecimento de 86% do consumo nacional. Os 14% restantes são importados - principalmente petróleo e derivados, carvão mineral, gás natural e, em quantidade menor, energia elétrica.

No Brasil, cerca de 41% da OIE tem origem em fontes renováveis, enquanto que no mundo essa taxa é 14% e nos países desenvolvidos é de apenas 6%. Dos 41% de energia renovável, 14 pontos percentuais correspondem a geração hidráulica e 27 a biomassa. Os 59% restantes da OIE vieram de fontes fósseis e outras não renováveis. Essa característica, bastante particular do Brasil, resulta do grande desenvolvimento do parque gerador de energia hidrelétrica desde a década de 50 e de políticas públicas adotadas após a segunda crise do petróleo, ocorrida em 1979, visando a redução do consumo de combustíveis oriundos dessa fonte e dos custos correspondentes à

sua importação, à época, responsáveis por quase 50% das importações totais do País.

Nessa linha, implantou-se também o programa de produção de álcool combustível, o Proálcool. Criado em 1975, pelo decreto 76.593, o Proálcool tinha como objetivo substituir parte da gasolina utilizada na frota nacional de veículos de passageiros (álcool hidratado em veículos com motores movidos a álcool) e, ainda, o álcool seria utilizado como aditivo à gasolina (álcool anidro), tornando menos poluente a sua combustão. A produção de álcool, que de 1970 a 1975 não passou de 700 mil m<sup>3</sup>, passou a 2,85 milhões de m<sup>3</sup> em 1979 e, em 1997, registrou um nível de 15,5 milhões de m<sup>3</sup>, nível máximo atingido. A partir deste ano a produção começou a declinar, chegando a 12,6 milhões de m<sup>3</sup> ao final de 2002.

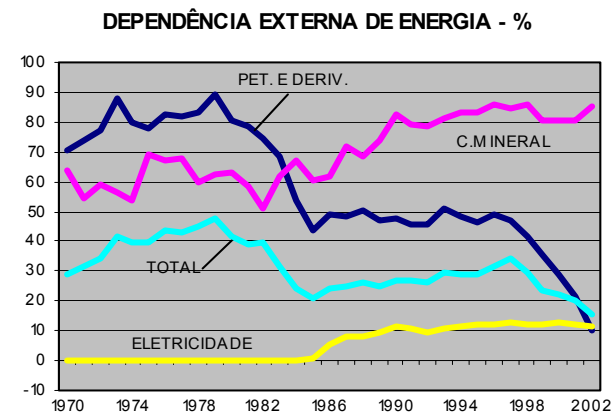
De outro lado, a produção nacional de petróleo viveu, também, grande desenvolvimento, graças a vultosos investimentos em prospecção e exploração, que permitiram à Petrobrás a aplicação de tecnologia pioneira no mundo de extração de petróleo em águas profundas, com lâminas d'água de mais de 1.000 metros. O resultado foi o considerável aumento do volume medido - ou seja, pronto para ser tecnicamente explorado - das reservas nacionais totais de petróleo, de 283 milhões de m<sup>3</sup> em 1979 para 2,1 bilhões de m<sup>3</sup> em 2002. Neste mesmo período, a produção de petróleo passou de 170 mil barris por dia para 1500 mil barris por dia, incluindo líquido de gás natural - LGN.

A indústria de energia elétrica também desenvolveu tecnologia no campo da construção e operação de grandes centrais hidrelétricas, bem como na operação de sistemas de transmissão a grandes distâncias e em corrente contínua. Seu parque gerador de eletricidade foi aumentado de 11 GW em 1970, para 30,2 GW em 1979 e para 82,5 GW em 2002 (a capacidade instalada hidráulica, de 65,3 GW em 2002, representava um pouco mais de 25% do potencial total brasileiro). A extensão de linhas de transmissão também foi ampliada de 155 mil quilômetros em 1979 para mais de 220 mil quilômetros em 2002.

O reflexo dessas medidas pode ser observado claramente, seja pela redução do grau de dependência externa de energia, seja pela evolução da matriz energética brasileira desde o início da década de 80, conforme pode ser verificado nas figuras a seguir. Na década de 70 a dependência externa de energia foi crescente, passando de 28% para cerca de 46% das necessidades globais. Os dados de 2002 mostram uma redução desse nível

para perto de 14%. Em termos da dependência do petróleo, a diminuição foi ainda mais

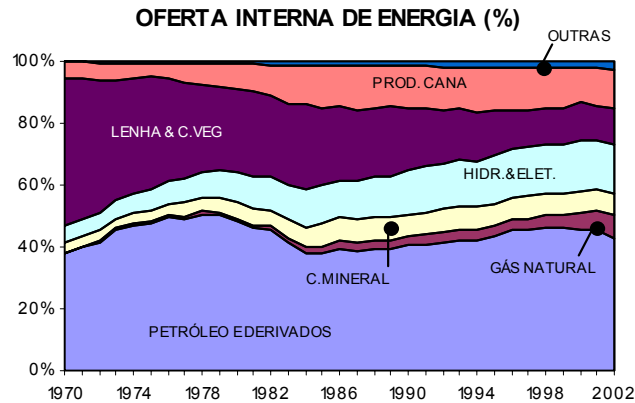
significativa, de cerca de 85% em 1979 para 12,8% em 2002.



Na estrutura da OIE, nota-se as significativas transformações, resultantes das políticas adotadas, notadamente, no período de 1979 a 1985.

O processo de desenvolvimento das nações induz à redução natural do uso da lenha como fonte de energia. No setor agropecuário, os usos rudimentares da lenha em casas de farinha, em secagem de grãos e folhas, em olarias, em caieiras, na produção de doces caseiros, etc, perdem gradativamente importância em razão da urbanização e da industrialização. No setor residencial, a lenha é substituída por gás liquefeito de petróleo e por gás natural na cocção de alimentos. Na indústria, especialmente nos ramos de alimentos e cerâmica, a modernização dos processos leva ao uso de energéticos mais eficientes e menos poluentes.

No Brasil, a década de 70 foi especialmente marcada por grande substituição da lenha por derivados de petróleo, o que reduz significativamente a sua participação na Oferta Interna de Energia. No início da década de 80 o processo de substituição na indústria é atenuado, com a elevação dos preços internos do óleo combustível e do gás natural, favorecendo um maior uso da lenha e do carvão vegetal.



Os produtos da cana, que incluem o álcool e o bagaço de cana, este utilizado para produção de calor na indústria sucroalcooleira, crescem de participação no período de 1975 a 1985, estabilizando a partir daí.

A energia hidráulica mantém taxa crescente de participação ao longo de todo o período. O carvão mineral é impulsionado pela indústria metalúrgica no início da década de 80, mantendo participação constante a partir de 1985.

O gás natural é a fonte de energia que vem tendo significativo desenvolvimento nos últimos anos. A descoberta de novas reservas nacionais, elevando o seu volume para 332 bilhões de m<sup>3</sup> em 2002 e a perspectiva de importação de gás natural da Bolívia permitem ampliar ainda mais sua utilização, o que vai representar melhorias em termos de eficiência energética e de qualidade do meio ambiente, uma vez que o gás natural é o mais limpo dos combustíveis fósseis.

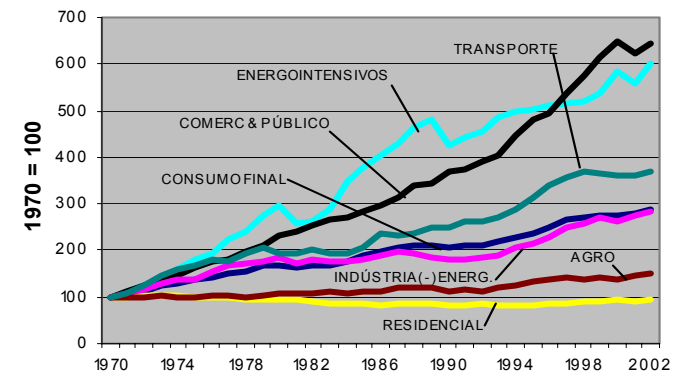
Resumidamente, assim foi forjado o perfil da oferta de energia no Brasil, cuja evolução mostra uma forte alteração de estrutura, em função da redução da dependência externa de energia e da permanência ainda significativa das fontes renováveis de energia.

## Consumo Final de Energia

O Consumo Final de Energia em 2002 foi de 177,4 milhões de tep, montante correspondente a 89,6% da Oferta Interna de Energia e 2,9 vezes superior ao de 1970. A indústria com 37%, o transporte com 27% e o residencial com 12%, respondem por 76% do consumo final de energia.

Nas décadas de 70 e 80, o grupo de indústrias energointensivas (aço, ferroligas, alumínio, metais não ferrosos, pelotização e papel e celulose) foi o que apresentou as maiores taxas de crescimento do consumo de energia, de 11,4% ao ano (aa) e 5,6% aa, respectivamente, em comparação com o crescimento médio de 5,3% e 2,6% do consumo final, nos mesmos períodos. O conjunto das demais indústrias apresentou consumo de energia de 6,4% aa no primeiro período e de -0,1% no segundo. De 1990 em diante, o consumo de energia do conjunto de comércio e público, de 5% aa, suplanta o crescimento médio do consumo final (2,3% aa), dos energointensivos (1,7% aa) e das demais indústrias (3,4% aa).

## CONSUMO FINAL DE ENERGIA



Nota-se que a década de 80 foi marcada por grande estagnação das indústrias geradoras de empregos, pouco intensivas em capital e pouco intensivas em energia (têxtil,

alimentos, calçados, eletroeletrônica, mecânica, construção civil, móveis, etc., incluídas na curva "indústrias(-)energ."")

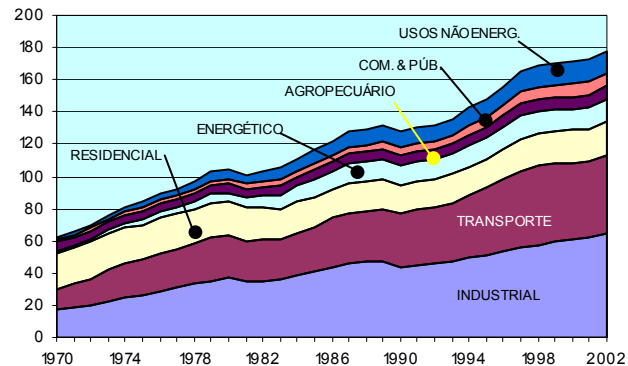
O consumo de energia no setor de transporte tende a acompanhar a trajetória do consumo final, mantendo elasticidade em torno de 1,2 (relação entre a taxa média de crescimento do consumo de energia de transporte e a taxa média do consumo final de energia).

No setor residencial, o consumo de energia chega a decrescer no período em análise (-0,2% aa), em razão de cada tep de GLP substituir entre 7 e 10 tep de lenha, conseqüência da maior eficiência dos fogões a GLP. A baixa elasticidade do consumo de energia na cocção em relação à renda familiar contribui, também, para o pouco crescimento do consumo de energia do setor, embora o consumo de eletricidade tenha apresentado altas taxas de crescimento.

No setor agropecuário, embora não haja substituição, os usos da lenha como fonte de energia, em geral rudimentares, diminuem em razão do êxodo rural e da transferência de atividades ao setor industrial.

A evolução do consumo setorial de energia é mostrada na figura a seguir, em valores absolutos.

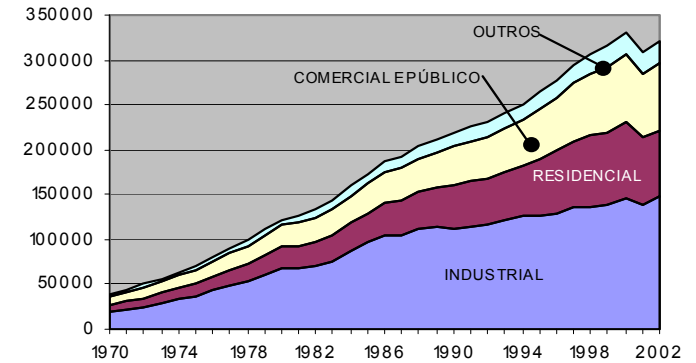
**CONSUMO FINAL DE ENEGIA POR SETOR  
(milhões tep)**



A estrutura do consumo de eletricidade entre os segmentos de consumidores mostra uma forte concentração do seu uso na

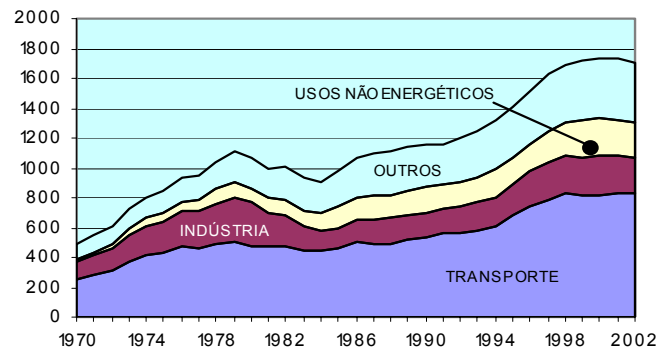
indústria (46,2%), seguido do uso residencial (22,6%). Poucas variações ocorreram na estrutura no período em estudo.

**CONSUMO SETORIAL DE ELETRICIDADE  
(GWh)**



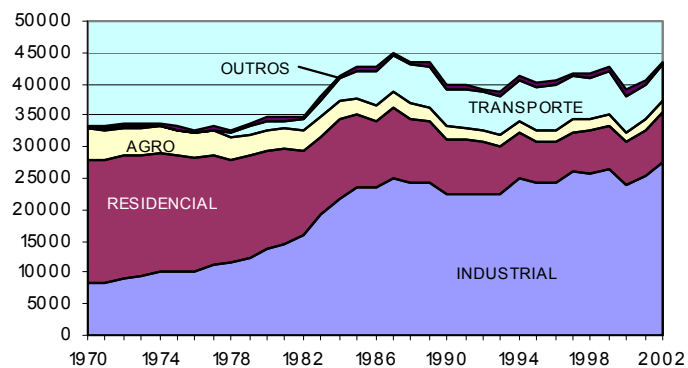
Entre os consumidores de derivados de petróleo, o segmento mais importante é o de transportes (48,5%), seguido da indústria (14,4%). A estrutura de usos dos derivados passou por significativas variações desde 1970. Na década de 70, os usos em transporte passaram de 52,9% a 44,6% e os usos na indústria passaram de 23% a 26,9%. Com as políticas públicas de contenção da demanda de óleo combustível (imposição de cotas de consumo industrial e elevação dos seus preços) e a promoção de preços competitivos para as fontes nacionais de energia (subsídios ao transporte), os usos de derivados de petróleo na indústria caíram acentuadamente a partir de 1980. Em 1985 os usos industriais já atingiam a 14,1% do consumo final de derivados.

### CONSUMO SETORIAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO (m il bep/dia)



Neste contexto, o consumo de derivados de petróleo apresenta altas taxas de crescimento na década de 70 e nos cinco primeiros anos do Plano Real (1994 a 1998). O baixo crescimento econômico e a substituição de gasolina por álcool são as causas do pouco desempenho nos demais períodos. A partir de 1999, o uso do gás natural em veículos passa a contribuir, também, para a redução do consumo de derivados.

### CONSUMO SETORIAL DE BIOMASSA (m il tep)



No que respeita à biomassa, os setores industrial (63,1%) e o residencial (18,6%) são os principais consumidores, seguidos do setor transporte (13,3%), correspondente ao álcool combustível. O alto incremento do uso industrial de biomassa, na primeira metade da década de 80, se deve ao carvão vegetal que substituiu óleo combustível e ao bagaço de cana utilizado na produção de álcool. Conforme já comentado, o consumo de biomassa nos setores residencial e agropecuário cai em razão da menor utilização da lenha.

## Energia e Economia

No período de 1970 a 1980, o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu a uma taxa média de 8,6% aa, com o consumo de algumas formas de energia se elevando, também, a taxas anuais expressivas (a eletricidade a 12% aa e os derivados de petróleo a 8,3% aa). Os fatores determinantes para esse resultado foram: as dimensões continentais do País, a predominância de transporte rodoviário e, ainda, o desenvolvimento da indústria de base e da infra-estrutura para o atendimento às necessidades de muitas regiões do País. Apesar dos elevados índices de consumo de eletricidade e de derivados de petróleo, a Oferta Interna de Energia cresceu 5,5% aa. A elasticidade da OIE em relação ao PIB, de apenas 0,64 (relação entre as taxas de crescimento da OIE e do PIB), se deve, principalmente, ao pequeno crescimento da biomassa (0,4% aa), constantemente substituída por derivados de petróleo – por gás liquefeito de petróleo no setor residencial e óleo combustível na indústria, além da redução do seu uso no setor agropecuário, conforme já comentado anteriormente.

A partir de 1980, sob o peso do ambiente recessivo da economia do País, decorrente da segunda elevação dos preços internacionais do petróleo em 1979, essas taxas declinaram e variaram consideravelmente.

O período de 1980 a 1985 foi marcado por duas representativas diretrizes econômicas: (i) grande expansão da indústria energointensiva, voltada para a exportação (aço, alumínio e ferroligas), como forma de aproveitar o excesso de capacidade instalada de geração elétrica e de amenizar o déficit comercial e, (ii) implementação de medidas de contenção do consumo de derivados de petróleo. Neste contexto, a economia



do País cresceu a uma taxa média de apenas 1,3% aa, com índices variando entre (-)4,3% em 1981 e (+)7,9% em 1985 e a OIE cresceu a 2,7% aa, apresentando elasticidade de 2,11 em relação ao PIB. O consumo de eletricidade cresceu 7,2% aa, o carvão da siderurgia a 9,1% aa e a biomassa a 4,6% aa. O consumo de derivados de petróleo foi reduzido em (-2% aa).

A partir de 1985, com a queda nos preços internacionais do petróleo (de mais de 40 dólares o barril, para cerca de 15 dólares), as vantagens comparativas das fontes nacionais de energia foram perdendo força, havendo o retorno parcial dos derivados de petróleo.

De 1985 a 1993, foi atenuado o ritmo de crescimento das exportações de produtos intensivos em energia e houve boa recuperação dos combustíveis ciclo Otto. Apesar de sucessivos planos, a economia não deslanchou, apresentando taxa média de crescimento de 1,8% aa. A OIE cresceu a 1,7% aa, com a gasolina e álcool crescendo a 4,7% aa, a eletricidade a 4,2% aa e a biomassa, com performance negativa de (-1,2% aa).

De 1993 a 1997, com a estabilização da economia, estabeleceu-se um novo ciclo de desenvolvimento que elevou os índices de expansão da economia e do consumo de energia. Nesse período o PIB cresceu a 3,9% aa e a OIE cresceu a 4,8% aa, com os derivados de petróleo apresentando taxa média de crescimento de 7,1% aa, a eletricidade de 5,1% aa e a biomassa de 2% aa, correspondendo, respectivamente, a elasticidades de 1,79, 1,31 e 0,5 em relação ao PIB. A eletricidade residencial (8,4% aa) e comercial (8,6% aa), a gasolina automotiva (13,8% aa) e o querosene de aviação (9,4% aa) foram os grandes indutores das altas taxas de consumo de energia, por conta da melhor distribuição de renda, causada pelo Plano Real. Neste período, as exportações de produtos intensivos em energia estagnaram ou regrediram.

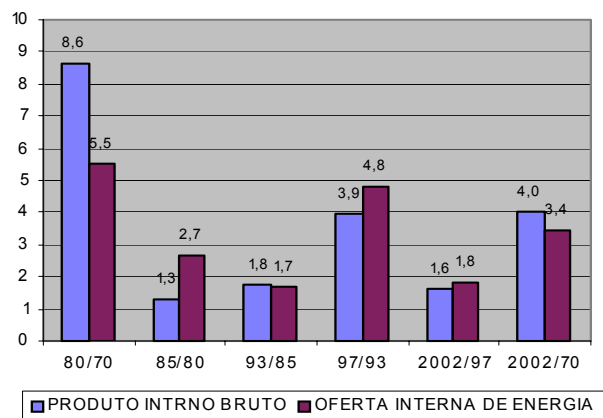
Em 1998 e 1999, em razão de sucessivas crises externas, principalmente a crise cambial nos países asiáticos, que acabaram contaminando a economia nacional, o Governo brasileiro foi obrigado a tomar medidas que levaram a uma forte retração no crescimento econômico, tendo o PIB apresentado um crescimento de apenas 0,13% no ano de 1998 e de 0,81% em 1999. O baixo desempenho da economia teve reflexos no consumo de energia de 1999, notadamente quanto às energias associadas ao uso individual, como o álcool hidratado, com queda de (-8,6%) no consumo, a gasolina automotiva (-6,3%), o querosene de aviação

(-6,3%) e energia elétrica residencial, com apenas (2,4%) de crescimento. Neste mesmo ano, a OIE cresceu 2%.

Em 2000, após a desvalorização da moeda, ocorrida no ano anterior, a economia demonstrou sinais de recuperação, com o crescimento do PIB de 4,36%, alavancado por desempenhos expressivos dos setores de Comunicação (15,6%), Extrativa Mineral (11,5%) e Indústria de Transformação (4,8%). Em termos de consumo de energia, este ano mostrou-se atípico, tendo a OIE crescido apenas 0,7%, em razão do fraco desempenho de setores industriais intensivos em energia e, também, da continuidade do baixo consumo da energia associada ao uso individual da população.

Em 2001, mais uma vez a economia interna se retrai, resultado do desaquecimento da economia americana, agravada pelos atentados terroristas que contaminaram as principais economias mundiais e agravada, também, pela crise de abastecimento de eletricidade que se estabeleceu no País. O PIB cresceu 1,42% e a OIE apresentou desempenho um pouco melhor do que no anterior, de 1,7%. O consumo de energia elétrica do País decresceu (-6,6%), em decorrência do contingenciamento de carga, com os setores intensivos em energia, como aço, alumínio e ferroligas, sendo bastante afetados. O setor residencial também apresentou significativa retração no consumo, de (-11,8%). O ano de 2001 encerrou com um consumo de derivados de petróleo igual ao do ano anterior e com consumo de álcool retraído em 7,9%.

**TAXAS MÉDIAS DE CRESCIMENTO AO ANO (%)**



Dados preliminares mostram que a economia brasileira em 2002 cresceu 1,52% - resultado semelhante ao de 2001 - tendo no Setor Agropecuário a melhor performance (5,8%). Em consequência da alta do câmbio e do término do contingenciamento da eletricidade, os setores exportadores voltaram a crescer, tendo reflexos na OIE, que apresentou crescimento de 2,2%, mesmo estando influenciada por desempenhos negativos dos derivados de petróleo (-2,3%) e da eletricidade residencial (-1,4).

**ELASTICIDADES-RENDA - MÉDIAS POR PERÍODO**

ESPECIFICAÇÃO	80/70	85/80	93/85	97/93	2002/97	2002/70
OIE / PIB	0,64	2,11	0,95	1,22	1,13	0,85
ELETRICIDADE TOTAL / PIB	1,39	5,64	2,38	1,31	1,07	1,67
ELETR. INDUSTRIAL / PIB	1,54	5,59	1,73	0,65	1,13	1,62
DERIVADOS DE PETRÓLEO / PIB	0,96	-1,54	1,76	1,79	0,47	0,99
BIOMASSA / PIB	0,04	3,35	-0,69	0,50	0,49	0,21
CARVÃO MINERAL DE AÇO / PIB	1,23	7,15	1,99	0,74	1,25	1,55
ENERGIA INDUSTRIAL / PIB	0,94	1,41	1,07	1,06	1,85	1,05
CONSUMO CICLO OTTO / PIB	0,44	1,82	2,66	2,09	-1,71	0,81

Um resumo dos últimos 5 anos mostra um PIB crescendo a 1,6% aa e a OIE a 1,8% aa, tendo como principais características, o retorno das exportações de energointensivos e a redução significativa do consumo de energia correspondente ao bem-estar da população.

## Marcos Regulatórios do Setor Energético Brasileiro

O peso da participação do Estado no desenvolvimento da indústria de energia foi fundamental para o desenvolvimento da economia brasileira, que registrou uma das maiores taxas, no mundo, de crescimento do PIB, média de 7,5% ao ano no período de 1947-1980, segundo o IBGE. Se for considerado o período de 1947-1995 a taxa média de crescimento do PIB cai para 5,6% ao ano, porque a economia brasileira passou por uma estagnação na década de 80. Mas o gigantismo das empresas energéticas, dificuldades de gerenciamento empresarial e financeiro e o alto grau de endividamento inviabilizaram a manutenção do mesmo modelo de organização institucional do setor.

A partir desse diagnóstico concluiu-se a urgente necessidade de revisão do modelo institucional em vigor, retirando do Estado o peso e a responsabilidade direta na produção de energia e ampliando a participação do capital privado, estabelecendo assim um ambiente mais competitivo.

A reestruturação do setor, além de encaminhar para a superação desses problemas, teve o principal objetivo de garantir a manutenção dos mesmos níveis de atendimento à sociedade brasileira e impedir que gerações futuras fossem penalizadas por equívocos induzidos no planejamento e na administração das empresas de energia, refletidos também nos preços e tarifas.

Tal como o restante da economia do País, as transformações do setor energético brasileiro visaram direcioná-lo segundo as regras de uma economia de livre concorrência, a exemplo das tendências verificadas no panorama da economia mundial.

No setor de petróleo e gás natural, por exemplo, já se verificam mudanças importantes. A partir de 1995, foram flexibilizadas as atividades relativas a exploração e produção de petróleo e gás natural, anteriormente exercidas, com exclusividade, pela Petrobrás. Os outros segmentos - transporte, refino, importação e exportação de petróleo e derivados, também atividades exclusivas da Petrobrás - estão sendo abertos em regime de concorrência, através de autorizações concedidas pela Agência Nacional de Petróleo, órgão regulador do setor.

O setor elétrico abriu-se à iniciativa privada tanto através da privatização de empresas já existentes como pela implementação de novos empreendimentos. A nova legislação introduziu a competição no setor quando prevê a realização de licitação para aproveitamentos hidrelétricos e inclui a definição prévia de tarifas.

A mesma legislação estabelece a figura do produtor independente de energia, e garante a possibilidade de contratação do fornecimento de eletricidade diretamente deste produtor.

No atual governo, novas regulamentações estão sendo submetidas a processo público de contestação, visando, principalmente: (i) considerar mecanismos que, preservados os benefícios da competição, permitam que a renda decorrente da permanência em operação de ativos depreciados possa contribuir para a modicidade tarifária e, (ii) restaurar o planejamento da expansão do sistema elétrico, em caráter determinativo.

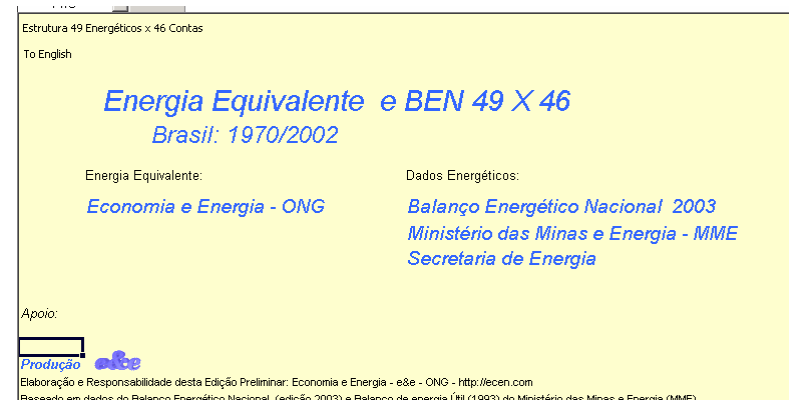
Todas essas medidas buscam incentivar e atrair o capital privado, permitindo aos investidores o cálculo econômico dos seus investimentos.

## Energia Equivalente e BEN 49 X 46: Manual do Usuário

### Instalando

O programa encontra-se sob a forma de planilha Excel “zipado” na Internet no portal <http://ecen.com> para ser baixado. No caso do CD ele pode ser rodado diretamente do CD ou transferido para qualquer diretório. Caso as propriedades do programa instalado no diretório assinalem “só leitura” modificar esta característica para poder salvar configurações do usuário. Para operá-lo é necessário ativar as macros.

### Na Capa

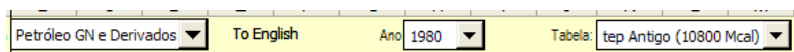


Energia Equivalente e BEN 49 X 46 é um programa bilíngüe (português e inglês) escrito em Visual Basic para Excel (Microsoft) para construir tabelas a partir do balanço energético consolidado dos dados de base do Balanço Energético Nacional – BEN 2003 do Ministério das Minas e Energia, ano base 2002. A partir de uma tabela de equivalência, os dados para cada energético e cada setor são convertidos em energia equivalente considerando a eficiência relativa nos diversos usos em cada setor. As tabelas, construídas segundo as necessidades do usuário, relacionam as contas com os energéticos. Os dados abrangem o período 1970 / 2002.

## Na Planilha principal BEN 49 X 46

No topo da capa do programa pode-se escolher a língua desejada (To English ou Em Português). Para ir para a planilha principal, clicar em "Estrutura 49 energéticos x 46 contas".

O Programa pretende ser auto-explicativo e a planilha principal apresenta três janelas:



- A primeira janela (do meio) refere-se ao ano desejado (de 1970 até 2002). A alteração do ano fornece os valores para o ano correspondente.
- A segunda (da direita) refere-se à unidade em que os dados são fornecidos e apresenta as seguintes possibilidades:

1) tep Novo – os valores são calculados em tep usando-se a equivalência de 1 tep = 10000 Mcal e 1 kWh=860 kcal=0,086 tep e as equivalências entre os diversos energéticos tomam como base o PCI (poder calorífico inferior)

2) tep Antigo – os valores são calculados em tep usando-se a equivalência de 1 tep = 10800 Mcal e 1 kWh equivalente a 3132 kcal = 0,29 tep e as equivalências entre os diversos energéticos tomam como base o PCS (poder calorífico superior)

3) bep/d – os valores são calculados em barris equivalentes de petróleo (1 barril =159 litros), as equivalências usam o PCI (poder calorífico inferior)

4) Unidades naturais – os valores são apresentados nas unidades em que foram fornecidos ao BEN (t, m<sup>3</sup>, etc.)

5) PCI – os valores são expressos em Tcal/ano usando-se o poder calorífico inferior <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Quando um combustível é queimado na presença de oxigênio e a água é um dos produtos da combustão, a temperatura da chama adiabática é alta o bastante para que a água esteja na fase de vapor. Em muitos trocadores de calor a temperatura dos produtos da combustão (sua temperatura de saída do trocador de calor) é ainda mais alta que o ponto de ebulição da água e o calor de transformação de vapor é perdido para a atmosfera. Isto reduz o “poder calorífico” do combustível para o seu “Poder Calorífico Inferior”. Se o vapor d’água criado na combustão é condensado, o calor de transformação (condensação) pode ser recuperado e a energia obtida do

6)PCS – os valores são expressos em Tcal/ano usando-se o poder calorífico superior.

7) Energia Equivalente – os valores são expressos em tep de gás natural equivalente. As equivalências usam os valores de eficiência relativa ao gás natural nos diversos usos e nos diversos setores de consumo.

- A terceira (da esquerda) refere-se ao tipo de tabela e apresenta as seguintes possibilidades:

1. Estrutura BEN Anual
2. Completo (49X46)
3. Oferta E. Primária
4. Transformação
5. Resumo
6. Principais Setores
7. Carv.Min. e Deriv.
8. Petróleo GN e Derivados
9. Tabela ad hoc
10. T ah1 Nome/Name1
11. T ah2 Nome/Name2
12. T ah3 Nome/Name3
13. T ah4 Nome/Name4
14. T ah5 Nome/Name5

Na opção 1 é mostrado o atual Anexo Anual (F) do BEN como é atualmente publicado. Na opção 2 a tabela completa de 46 contas e 49 energéticos é mostrada. Também são apresentados diversos subtotais e agregações. As opções seguintes tomam algumas das diversas agregações ou subdivisões possíveis. A opção 9 cria tabelas ao gosto do usuário

processo de conversão é aumentada. Estas condições produzem o “Poder Calorífico Superior” do combustível.

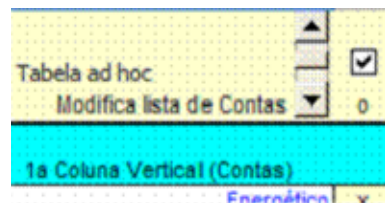
que pode escolher na lista de contas e energéticos (e agregações). As tabelas seguintes (10 a 14) podem ser definidas segundo a preferência do usuário que determina seu nome e conteúdo.

### Na Planilha Tab\_ad\_hoc

Quando escolhida a opção 9, abre-se uma planilha que permite a escolha do usuário. Para construir a Tabela ad hoc, o usuário deverá escolher na tela mostrada na figura abaixo o(s) energético(s) e a(s) conta(s) desejados.

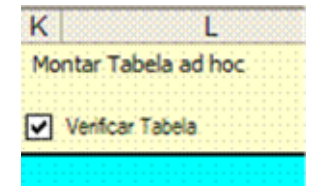
	A	B	C	F	G	H	K	L	M	N
1	Voltar		Montar Tabela ad hoc		Modifica lista de Energéticos		Montar Tabela ad hoc		Salva	Nome/Name 5
2	Modifica lista de Contas		Modifica lista de Energéticos		Modifica lista de Energéticos		Verificar Tabela		T ah5	T ah5 Nome/Name 5
3	1a Coluna Vertical (Contas)			1a Linha Horizontal (Energéticos)			8 1a Coluna Vertical (Contas)		8 1a Linha Horizontal (Energéticos)	
4	0	Energético	x	0	Unidade	x	0	Contas	0	Conta
5	1	Unidade	x	1	ENERGIA PRIMAR.	x	1	Unidade	3	PETROLEO
6	2	PRODUÇÃO	x	2	EN.PRIM. NAO REN.	x	2	PRODUÇÃO	4	GAS NATU RAL
7	3	IMPORTAÇÃO	x	3	PETROLEO	x	3	IMPORTAÇÃO	7	CARVÃO MINERAL
8	4	VARIAÇÃO DE ESTOQUES	x	4	GAS NATU RAL	x	6	EXPORTAÇÃO	22	URANIO (U308)
9	5	OFERTA TOTAL	x	5	GAS NAT UMIDO	x	9	OFERTA INTERNA BRUTA	61	CARVAO VEGETAL
10	6	EXPORTAÇÃO	x	6	GAS NAT SECO	x	22	CONSUMO FINAL	62	ALCOOL ETILICO
11	7	NÃO APROVEITADA	x	7	CARVÃO MINERAL	x	49	Geração eletr. pr fonte	65	ELETRICIDADE
12	8	REINJEÇÃO	x	8	CARVAO VAPOR	x				
13	9	OFERTA INTERNA BRUTA	x	9	C.VAPOR 3100					
14	10	TOTAL TRANSFORMAÇÃO		10	C.VAPOR 3300					
15	11	REFINARIAS DE PETRÓLEO		11	C.VAPOR 3700					
16	12	PLANTAS DE GÁS NATURAL		12	C.VAPOR 4200					
17	13	USINAS DE GASEIFICAÇÃO		13	C.VAPOR 4500					
18	14	COQUERIAS		14	C.VAPOR 4700					
19	15	CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR		15	C.VAPOR 5200					
20	16	CENTRAIS ELET. SERV. PÚBLICO		16	C.VAPOR 5900					
21	17	CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTORAS		17	C.VAPOR 6000					
22	18	CARVOARIAS		18	C.VAPOR S.ESPEC					
23	19	DESTILARIAS		19	CARVAO MET.					
24	20	OUTRAS TRANSFORMAÇÕES		20	CARVAO MET.NAC.					
25	21	PERDAS DISTRIB. ARMAZENAGEM		21	CARVAO MET.MP.					
26	22	CONSUMO FINAL	x	22	URANIO (U308)	x				
27	23	CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO		23	OUTRAS NAO REN.					
28	24	CONSUMO FINAL ENERGÉTICO		24	EN.PRIM. RENOV.					
29	25	SETOR ENERGÉTICO		25	EN. HIDRAULICA					
30	26	RESIDENCIAL								

Na figura precedente, a primeira coluna lista as contas (que serão listadas na vertical da Tabela ad hoc), a segunda coluna lista os energéticos (que serão listados na horizontal da Tabela ad hoc) e a terceira e quarta colunas reproduzem as contas e os energéticos escolhidos pelo usuário. Para incluir as contas e os energéticos, pode-se usar os controles acima da tabela. A



caixa de rolagem e a caixa de opção servem respectivamente para deslocar o cursor na coluna e fazer a escolha. Na Figura anterior, o controle apontava para "Consumo Final" (posição

destacada na célula ativada) e a escolha foi feita na caixa de opção ao lado. Se a caixa de opção "Verificar Tabela" estiver ativada como é mostrado na ilustração à direita, a lista de variáveis escolhidas será refeita a cada modificação. Se desativada a lista só será feita quando a janela for ativada.

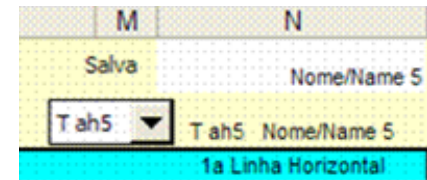


Também se pode fazer manualmente a escolha de variáveis: para isto basta digitar x no quadrado correspondente e para excluir digitar Del (apagar). Uma vez selecionados os energéticos e as contas, clicar em Verificar a tabela.

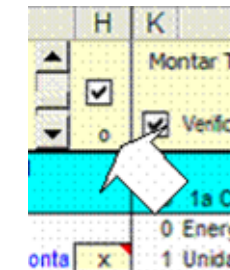
Para montar a tabela com os dados clicar em Montar a tabela ad hoc.

No exemplo acima, foram selecionadas as contas Produção, Importação, Oferta Total, Exportação, Oferta Interna Bruta, Consumo Final e Geração Elétrica por fonte e foram escolhidos os energéticos Petróleo, Gás Natural, Carvão Mineral, Carvão Vegetal e Álcool Etílico. Embora seja opcional, deve-se sempre incluir os primeiros itens (energético e unidade na primeira coluna e conta na segunda coluna). Essas opções possibilitam escrever os nomes das variáveis.

Se desejado, a tabela pode ser salva em uma das cinco planilhas reservadas para tal. A escolha é feita pelo controle mostrado a direita (opção mostrada T ah1/5).



O nome escolhido pode ser escrito na célula N1 (no caso com o nome genérico de Nome/Name5). Clicando sobre "Salva" o nome e a estrutura estarão salvos e o nome da nova tabela passará a constar entre as opções da planilha principal.



Os energéticos e as contas listados em azul são aqueles que constam do Balanço Energético Consolidado do BEN enquanto que os listados em preto são ou a subdivisão do energético imediatamente acima ou energéticos acrescentados à lista do Balanço Consolidado.

Para facilitar o preenchimento da

tabela clicando-se no alto das caixas de opção, no local indicado pela seta, pode-se assinalar ou desmarcar o total das células da coluna abaixo

Na planilha principal, quando houver necessidade, clicar em "Calcular" que consta no topo da tela à direita. O controle "Montar Tabela ad hoc" abre a planilha para construção de tabela ad hoc.

Favor encaminhar eventuais sugestões ao e\_mail [feu@ecen.com](mailto:feu@ecen.com), mencionando o assunto.

## Conceito de Energia Equivalente

As fontes energéticas classificadas como primárias são os produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha e outros.

Boa parte dos produtos primários, como o petróleo, passa por um processo de transformação que os convertem em formas mais adequadas para os diferentes usos nos centros de transformação

No caso do petróleo, os centros de transformação são as refinarias, onde são obtidos produtos de uso direto, como a gasolina, o óleo diesel, o querosene, o gás liquefeito e outros, que são classificados como energia secundária.

Energia final designa a energia tal como é recebida pelo usuário nos diferentes setores, seja na forma primária, seja na secundária. Os balanços energéticos se estruturam de tal forma que se discrimina a energia como:

Primária => Perdas na Transformação + Final;

sendo que a energia final inclui a fração da energia primária de uso direto e a secundária.

Para converter a energia chamada final na forma em que ela é usada, passa-se ainda por um processo que implica em perdas, sendo necessário considerar uma eficiência de uso ou rendimento. Denomina-se rendimento a razão entre essa energia na forma que é usada, denominada energia útil, e a energia final.

Na elaboração de um balanço de energia útil é necessário dispor, para cada setor, da energia final utilizada por fonte energética. Para cada uma das fontes é necessária a distribuição

pelos diferentes usos e a dos rendimentos em cada um desses usos. Desta forma, a soma dos valores em energia útil tem a vantagem de levar em conta os diferentes rendimentos, para um mesmo uso, dos diferentes energéticos.

A utilização da soma em energia útil, das parcelas representando os diferentes usos, apresenta, no entanto, o inconveniente de uma valorização que depende do tipo de uso. Por exemplo, um combustível, como a lenha, é usado para gerar calor de processo em uma indústria com eficiência, digamos, de 75%. O óleo diesel é usado, na mesma indústria, para gerar força motriz com uma eficiência de 30%. Quando somados os dois combustíveis, na forma de energia útil, eles aparecem com um fator de mérito que não corresponde à sua potencialidade. Com efeito, o óleo diesel poderia ser usado, com uma eficiência superior à lenha, para calor de processo e, quando usado como força motriz, também apresentaria uma eficiência bastante superior a que seria obtida através da lenha em uma máquina a vapor.

Ou seja, não obstante a sua maior potencialidade, ou por causa dela, a energia final do diesel aparece multiplicada por 0,30 e a da lenha por 0,75.

Para levar em conta essas diferenças utilizamos, além do conceito de energia útil, o conceito de energia equivalente. Neste conceito, a eficiência de cada fonte de energia é comparada para o mesmo uso com a eficiência de uma fonte de referência.

Na maioria dos casos foi usado como referência o gás natural. No exemplo citado, a lenha, o carvão mineral, o óleo combustível – e eventualmente o próprio óleo diesel – seriam comparados, para geração de calor com o gás natural, neste uso. Para uso motriz, o diesel também seria comparado com o gás natural, utilizado para a mesma finalidade.

No caso mencionado, seria considerada para o gás natural uma eficiência de 85% na geração de calor e de 25% como força motriz. As equivalências obtidas seriam mais independentes da forma de uso:

1 tep de lenha -> 0,88 tep de GN (geração de calor)  
1 tep de diesel -> 1,2 tep de GN (força motriz)

Ou seja, o rendimento para um energético qualquer é sempre comparado com o rendimento do energético de referência para o mesmo uso.

A escolha do gás natural como energético de referência se deve à sua ampla flexibilidade de uso nos setores industrial, residencial, comercial e, quando disponível, no agrícola; para todas aplicações como fonte térmica. Para o setor transporte (uso motriz) seria mais lógico usar um combustível líquido de amplo uso (diesel ou gasolina). Cabe ressaltar que a gasolina apresenta, no Balanço de Energia Útil Brasileiro, o mesmo rendimento que o gás natural (GN) no uso rodoviário. Optamos então pelo uso da gasolina como combustível de referência, expressando o resultado em "equivalente ao GN". Nos usos específicos de eletricidade, usamos, para expressar a energia equivalente, procedimento análogo ao utilizado no Balanço Energético Nacional BEN, para contabilizar a energia hidráulica, que é valorizada com base na energia térmica necessária para gerar um kWh de energia elétrica.

Todos os valores de energia são expressos em toneladas equivalentes de petróleo. Esta unidade é usada, praticamente, em todos os balanços energéticos, por isso preferimos mantê-la em vez de criar uma tonelada equivalente de GN, ou metro cúbico equivalente de GN.<sup>2</sup> A mudança recentemente adotada no Balanço Energético Nacional do MME considera os valores em poder calorífico inferior (PCI) e toma 1 tep = 10000 Mcal. Estamos convencendo chamar essa equivalência de "tep novo". As edições até 2001 consideravam o Poder Calorífico Superior (PCS) para expressar a energia contida e tomavam 1 tep = 10800 Mcal. Os valores atualmente mostrados pelo programa para energia equivalente estão expressos em "tep antigo".<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> A mudança recentemente adotada no Balanço Energético Nacional do MME considera os valores em poder calorífico inferior (PCI) e toma 1 tep = 10000 Mcal. Estamos convencendo chamar essa equivalência de "tep novo". A equivalência anterior, que estamos nos referindo como "tep antigo", considerava os poderes caloríficos superiores (PCS) e 1 tep = 10800 Mcal. Os valores em energia equivalente não são alterados em virtude da adoção de valores "redondos" para tep novo. Eles sofrem, no entanto, influência das mudanças do valor dos PCI do energético e do GN em relação dos mesmos valores em PCS.

<sup>3</sup> Os valores em energia equivalente não são alterados pela mudança no valor do tep em Mcal já que são relativos. Já a expressão das quantidades físicas (cuja relação também permanece inalterada) em tep sofre influência da mudança de PCI para PCS.