


[BUSCA](#)
[CORREIO](#)
[DADOS ECONÔMICOS](#)
[DOWNLOAD](#)
[e&e ANTERIORES](#)

e&e No 24

[Página Principal](#)
[Elaboração da Matriz Energética: Metodologia e Aplicações](#)

[Demanda Energética e Emissões no Setor Doméstico](#)

[Obtenção de Coeficientes da Matriz de Emissões](#)

<http://ecen.com>

[Vínculos e&e Livro de Visitas](#)

[Matriz Energética e de Emissões](#)
<http://ecen.com/matriz>

Progressos na Matriz Energética e de Emissões de Gases Causadores do Efeito Estufa

Este número, como os dois anteriores é principalmente dedicado a descrever progressos nos estudos da Matriz Energética e de Emissões Geradoras do Efeito Estufa. Mostramos uma apresentação da proposta *e&e* para a Matriz Energética em reunião do Comitê Assessor para Assuntos da Matriz Energética do CNPE

[Demanda de Energia para o Setor Doméstico no Cenário de Referência](#)

Avaliação preliminar da demanda do Setor Doméstico que exige uma metodologia específica

[e Emissões de Gases geradores do Efeito Estufa no Uso de Energia no Setor Doméstico](#)

Emissões correspondentes ao uso de energia no Setor Domésticos no horizonte 2020.

[Metodologia e&e para Projeção da Matriz Energética](#)

Apresentação resumindo a metodologia adotada.

[Reservas Externa e Dívida Externa e Pública do Brasil](#)

Revisão de dados (breve)

[Obtenção de Coeficientes da Matriz de Emissões](#)

Coeficientes para transformação de dados de consumo final energético em emissões de gases relacionados ao efeito estufa

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:
Tuesday, 08 November 2005



PROJEÇÃO DO USO DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL e LEVANTAMENTO DE EMISSÕES POR ENERGIA EQUIVALENTE NO SETOR

*PROJETO "FORNECIMENTO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES
DE EFEITO ESTUFA ACOPLADAS A UMA MATRIZ ENERGÉTICA"*

*CONVÊNIO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA/
ECONOMIA E ENERGIA - ONG Meta 3 31 de janeiro de 2.001*

O uso de energia por Setores de Atividade consta no Balanço Energético Nacional, editado desde 1970. Dados de anos anteriores a 1970 podem ser obtidos em publicações da Petrobrás, Eletrobrás, Concessionárias do Setor Elétrico e de Empresas dos Setores de produção, na maioria dos casos em forma não sistemática. Os dados do BEN são, em geral, suficientes para se estabelecer correlações confiáveis.

A elaboração de projeções para o Setor Residencial tem um caráter especial no conjunto dos trabalhos confiados à Economia & Energia, devido à natureza das variáveis que condicionam o uso da energia. No Setor Industrial, por exemplo, prevalecem os fatores econômicos, a tecnologia de produção, os preços da energia, as formas de pagamento, etc. No Setor Residencial, os fatores predominantes são aqueles relacionados com a comodidade, a segurança no uso, a ausência de odores e de fumaça, etc. Esses fatores são de difícil quantificação, exigindo tratamento diferente do caso industrial, onde predominam as relações causais. Em princípio, serão considerados o tamanho da população, a fração de população urbanizada e a renda como fatores relevantes. Nos exercícios preliminares de projeção, verificou-se que a população e a fração urbanizada são descritíveis pela lei logística, desenvolvida por Verhulst como suporte para a análise do

[Página Principal](#)
[Elaboração da Matriz Energética:](#)
[Metodologia e Aplicações](#)
[Demanda Energética e Emissões no Setor Doméstico](#)
[Obtenção de Coeficientes da Matriz de Emissões](#)

<http://ecen.com>

[Vínculos e&e](#)
[Livro de Visitas](#)

[Matriz Energética e de Emissões](#)

<http://ecen.com/matriz>

modelo de Malthus e que tem sido aplicada, com sucesso, na previsão de evolução de sistemas auto-reprodutores fechados (1,2,3 - Prigogine, Marchetti, outros) em um nicho de recursos finitos (alimentos, capital, informação, etc).

Pela freqüência com que será utilizada neste trabalho, vale a pena expor a seqüência dos procedimentos adotados na aplicação da lei logística.

A equação diferencial da lei logística [$dN/dt = a N (N^*-N)$] é ajustada ao conjunto de dados observados sobre a taxa (dN/dt) de evolução da população N , permitindo estimar-se o seu tamanho final, N^* , como o dobro do valor de N correspondente ao máximo de dN/dt [dN/dt é máximo para $N=N^*/2$]. Nesta etapa, usam-se as taxas médias de variação em intervalos de tempo bastante extensos para absorver as flutuações de N e suficientemente curtos para proporcionar um número conveniente de valores da taxa a serem usados no ajuste de dN/dt . Temos dado preferência aos intervalos quinquenais quando a série histórica é da ordem de 30 anos, como as do Balanço Energético Nacional. Obtido o valor de N^* , faz-se a mudança de variável $F=N/N^*$ e adota-se a forma linearizada da lei logística [$\ln F/(1-F)=at+b$] para verificar se o sistema em estudo obedece a essa lei; se o ajuste da expressão linearizada, pelo método dos mínimos quadrados, proporcionar coeficiente de correlação próximo da unidade, a população pode ser descrita pela forma finita da lei logística [$N/N^* = 1/(1+ke^{-at})$], permitindo a extrapolação respaldada por uma lei já testada para a população de pessoas e para outras "populações", no sentido amplo do termo. Este procedimento previne os erros decorrentes do ajuste mecanizado a funções arbitrárias

POPULAÇÃO.

Os dados sobre a população provêm dos Censos realizados pelo IBGE,

complementados pela avaliação feita por esse Órgão para 1996. A projeção para o ano 2020 parte da identificação da lei de evolução observada até 1996, identificada como a clássica lei logística. Este comportamento é o esperado para uma população praticamente fechada, visto que, no intervalo coberto pelos dados conhecidos, as migrações importantes já haviam se atenuado. A projeção está fundada em estudo demográfico, elaborado por Neupert (1), que permitiu estimar-se que por volta de 2.100 a população brasileira se aproximará a menos de 1% do seu valor estacionário de 250 milhões de pessoas. Os detalhes da metodologia de projeção encontram-se no nº 1 da revista eletrônica e&e (<http://ecen.com>). O gráfico 1 (tabela 1) é a representação da lei de crescimento da população linearizada mediante a mudança de variável P (número de habitantes) por

$F = P/P^*$, onde P^* é o número final de habitantes previamente estimado.

A tabela abaixo resume os resultados de interesse para este trabalho.

Tabela 3 - População projetada - milhões de habitantes.

Ano	2000	2005	2010	2015	2020
População	166,1	176,7	186,5	195,4	203,4

A interpolação linear em cada quinquênio dá aproximação melhor que 0,1%.

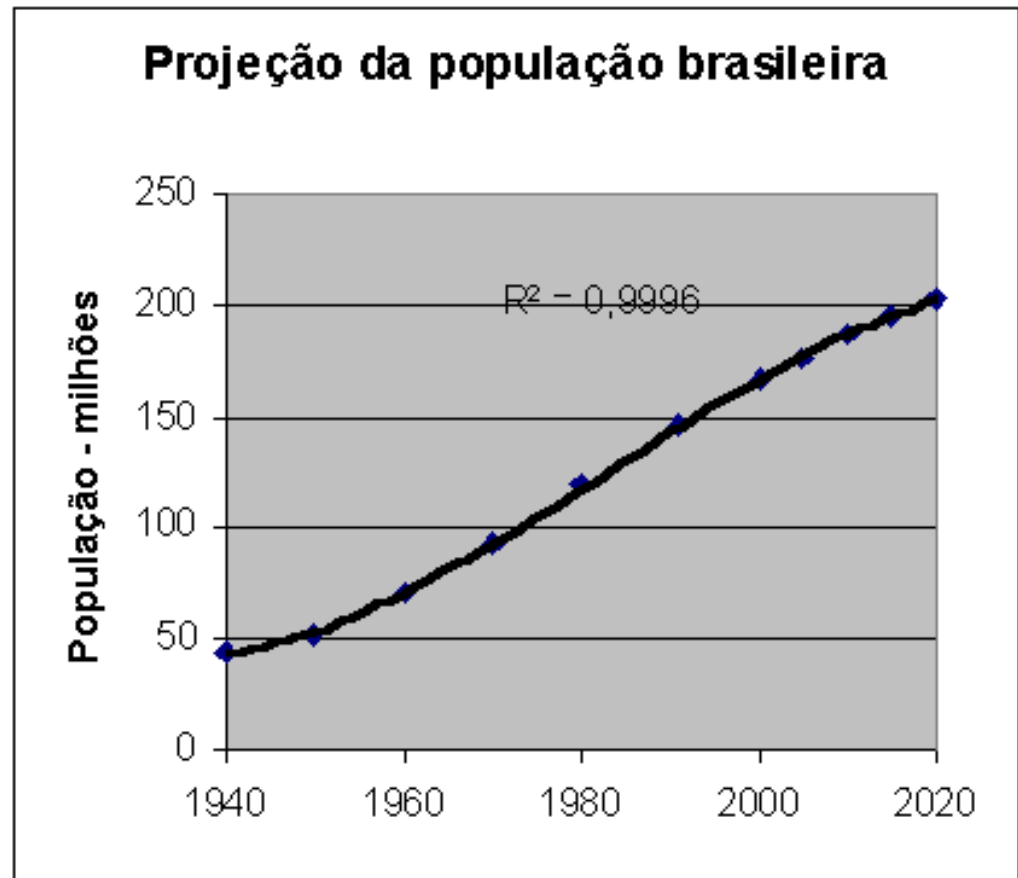


Gráfico 1- População brasileira.

POPULAÇÃO URBANA.

Ainda com dados dos Censos, verifica-se que o processo de urbanização no Brasil ajusta se bem a uma curva logística, conforme mostra o gráficos 2.

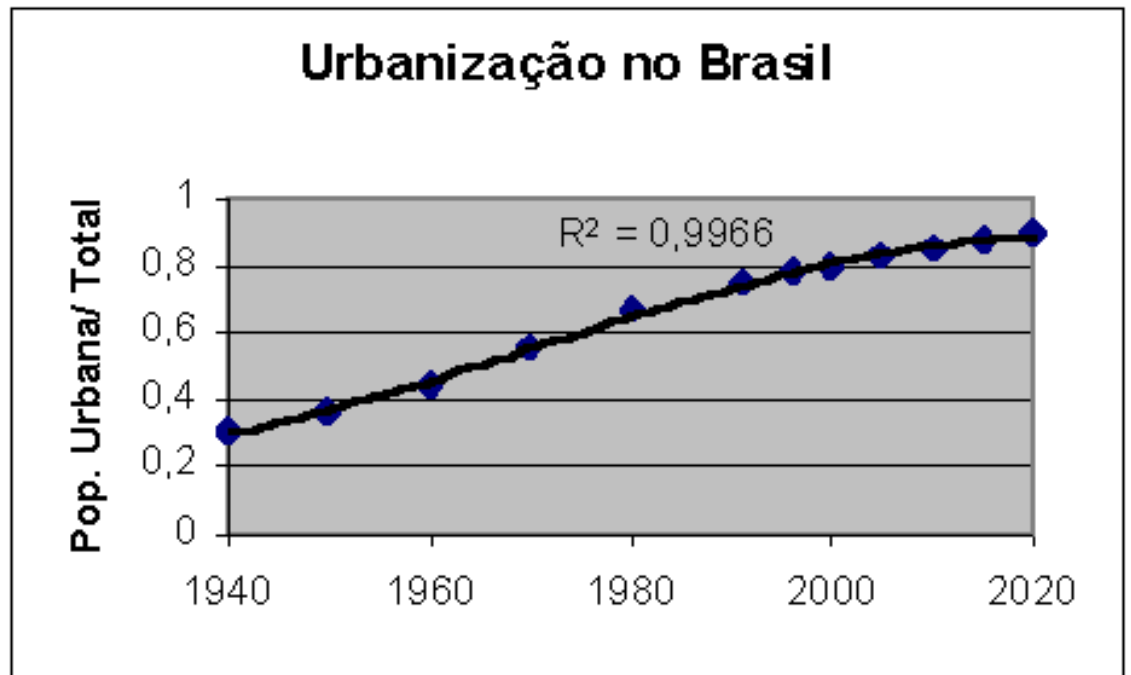


Gráfico 2 - Índice de urbanização.

Os resultados de interesse para este trabalho estão mostrados na tabela abaixo.

ANO	2000	2005	2010	2015	2020
POP. URB.	133	147	160	172	183

PRODUTO INTERNO BRUTO.

Os valores utilizados foram calculados em dólares de 1994, com base na taxa de câmbio, conforme levantamento de dados históricos elaborado pela equipe da e&e, e pelo conceito de Paridade de Valor de Compra ("Purchase Power Parity") divulgado pela Agência Internacional de Energia, série "Estatísticas e Balanços Energéticos", edição de 1998. Em todos os casos em que se estabeleceram comparações entre países, foram usados os conceitos de energia equivalente de substituição e de paridade do poder de compra.

O gráfico 3 mostra a evolução do Produto Interno Bruto nos conceitos Taxa de Câmbio e Paridade de Poder de Compra (PPC), comparando

os dados elaborados pela e&e com base nas Contas Nacionais, expressos em dólares de 1994, com os da Agência Internacional de Energia (conceito de paridade de poder de compra - PPC). Observa-se que o produto brasileiro avaliado pelo conceito PPC é cerca de 50% maior do que o avaliado pela taxa de câmbio.

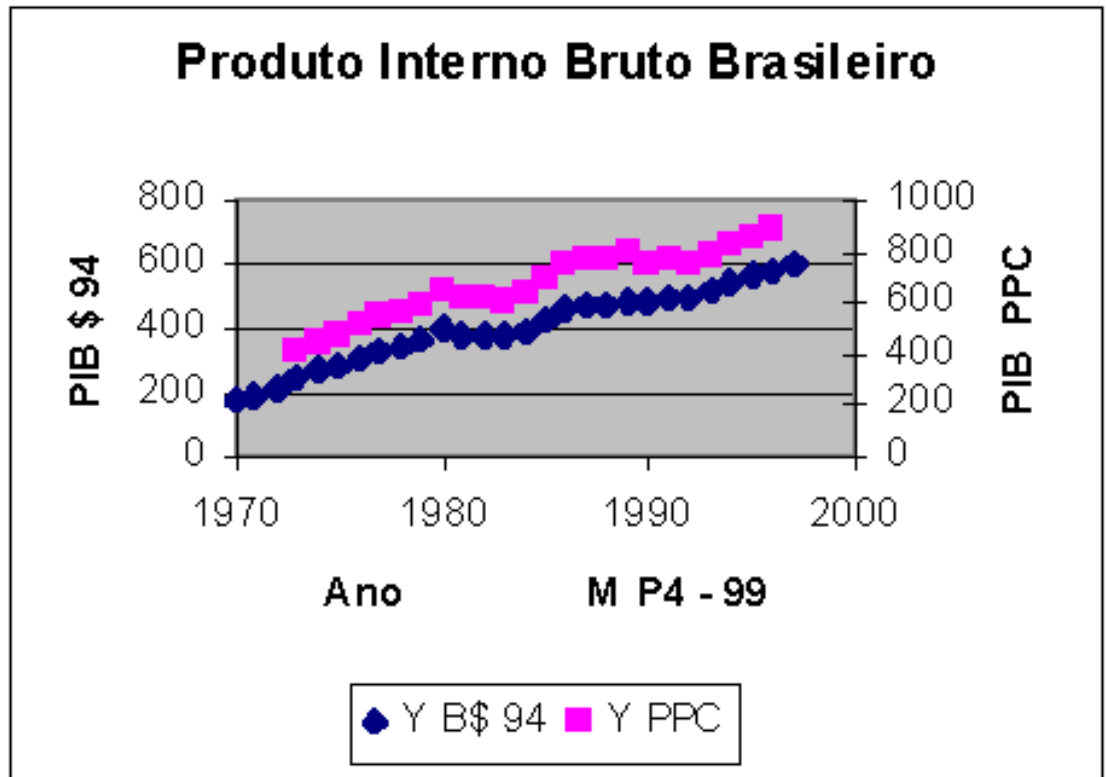


Gráfico 3 - Produto Interno Bruto.

Apesar das bruscas variações iniciadas na década de 80, em seguida ao chamado "choque de preços" do petróleo, ainda não completamente absorvidas, o PIB é descritível por uma lei logística com razoável aderência aos dados observados. Observe-se o retorno elástico à curva logística, após as crises financeiras, já registrado em outros estudos de sistemas fechados.

A metodologia de projeção do Produto Interno Bruto e os resultados de interesse para este trabalho estão apresentados no Modelo Macroeconômico, objeto de relatório anterior. No Cenário de Referência adotado, o PIB evoluiria conforme mostrado na tabela abaixo.

Ano	2.000	2.005	2.010	2.015	2.020
PIB B\$ 94	632	727	849	1.003	1.193

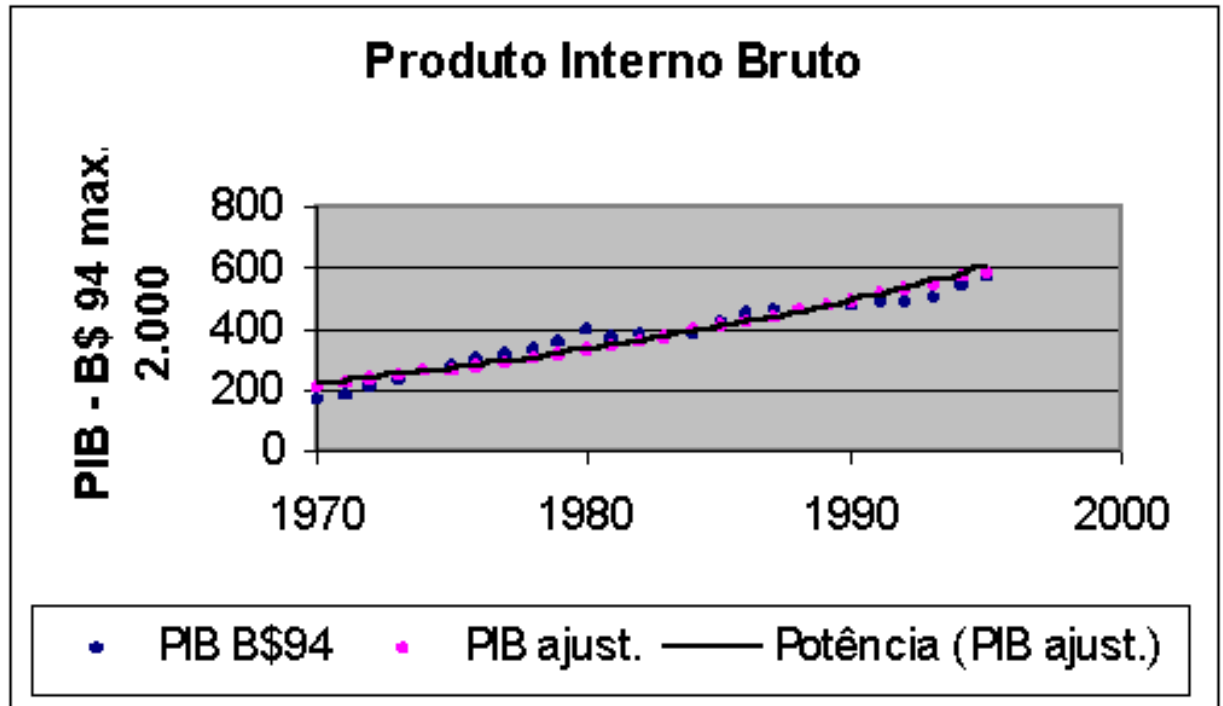


Gráfico 3 - Produto Interno Bruto.

PROJEÇÃO DO USO DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL e LEVANTAMENTO DE EMISSÕES POR ENERGIA EQUIVALENTE NO SETOR (CONTINUAÇÃO)

PANORAMA ENERGÉTICO DO SETOR RESIDENCIAL.

O uso final de energia no Setor evoluiu na forma mostrada no gráfico 4. Ambas as curvas (M tep e M tep/hab) mostram o efeito da crise financeira do País, iniciada por volta de 1982, bem como a aparente recuperação a partir de 1994. A queda no uso per capita aparece com pequeno relevo, se comparada à queda no PIB, o que reflete, em nossa interpretação, a inadequação no modo como se converte, no Balanço Energético Nacional, a eletricidade em toneladas equivalentes de petróleo (tep), como se toda a eletricidade fosse convertida em energia motriz através de um ciclo termodinâmico. A adoção do conceito de

energia equivalente de substituição corrige esta distorção, evitando também os inconvenientes da valoração pelo equivalente calorífico usado pela Agência Internacional de Energia que levaria a interpretações também inadequadas.

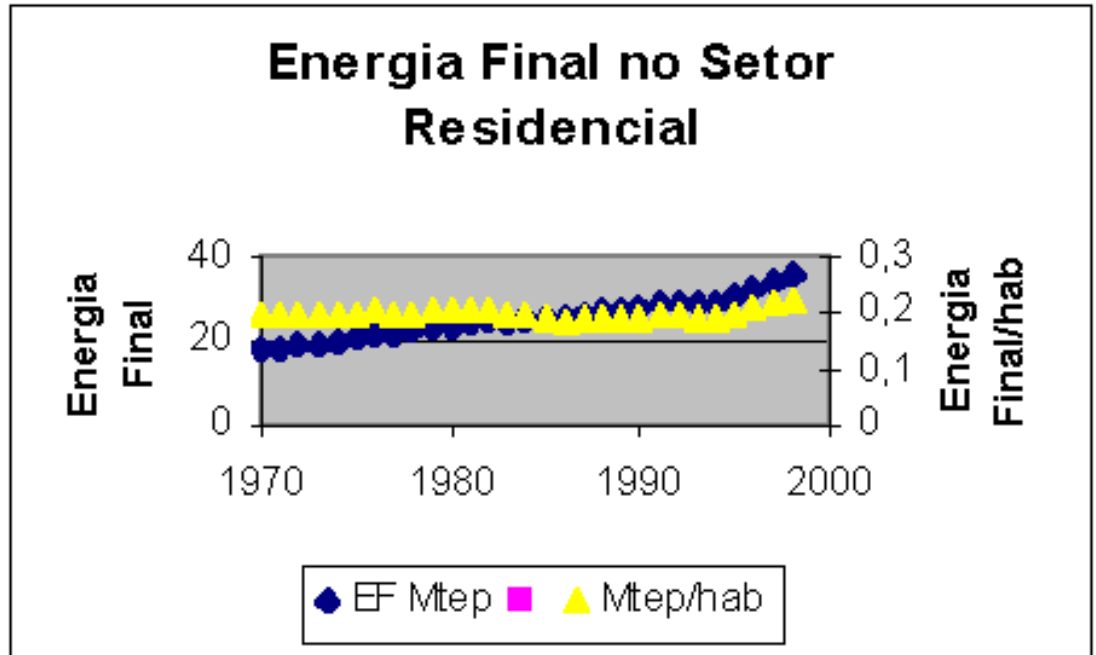


Gráfico 4 - Evolução do uso final de energia no Setor Residencial.

A configuração dos vetores energéticos usados no Setor Residencial variou consideravelmente no período estudado, com a substituição dos combustíveis tradicionais, como a lenha e o carvão vegetal para a cocção e o querosene iluminante, pelo gás liquefeito de petróleo e pela eletricidade. Tendo em vista a metodologia de projeção proposta para este estudo, baseada no conceito de energia equivalente, os energéticos de eficiências iguais estão agrupados no gráfico abaixo, estando a eletricidade ainda contabilizada pela sistemática do BEN.

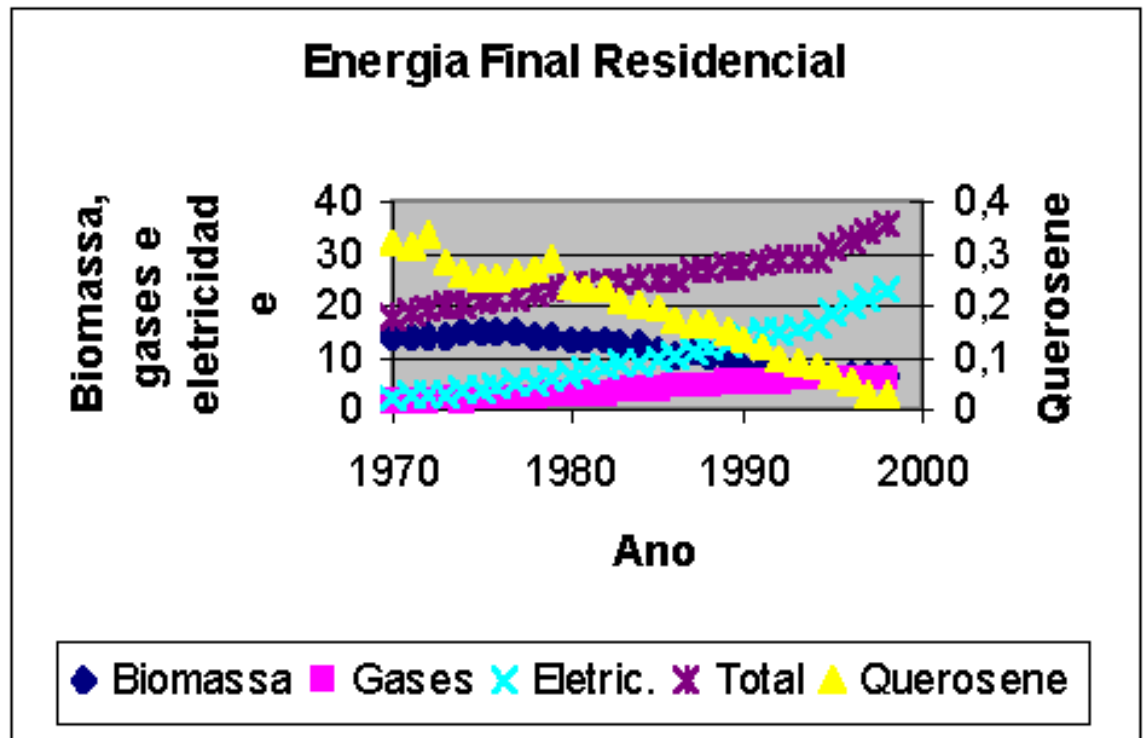
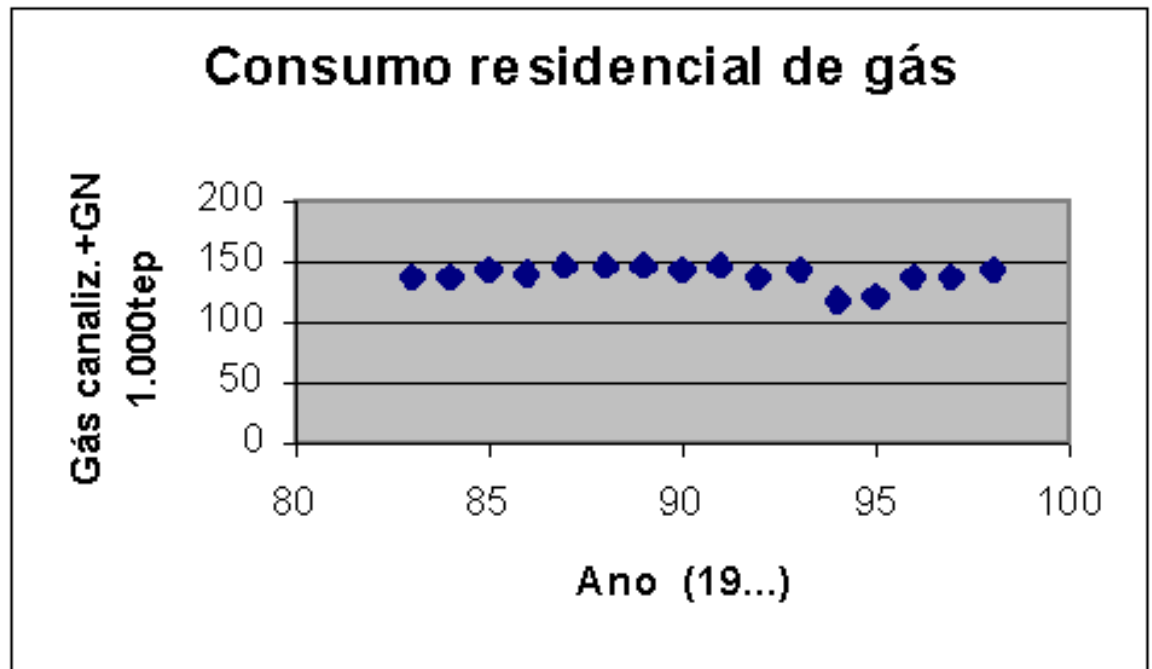


Gráfico 5 - Configurações da oferta de energia.

O gás natural, cujo uso, espera-se, virá a crescer em todos os setores de consumo, apresenta, na atualidade, demanda complementar à de gás canalizado, sugerindo que ele está, por enquanto, apenas substituindo este nas redes de distribuição residenciais existentes (gráfico abaixo).

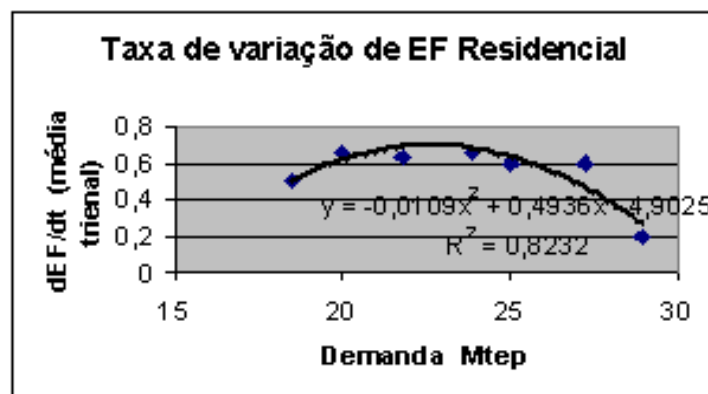


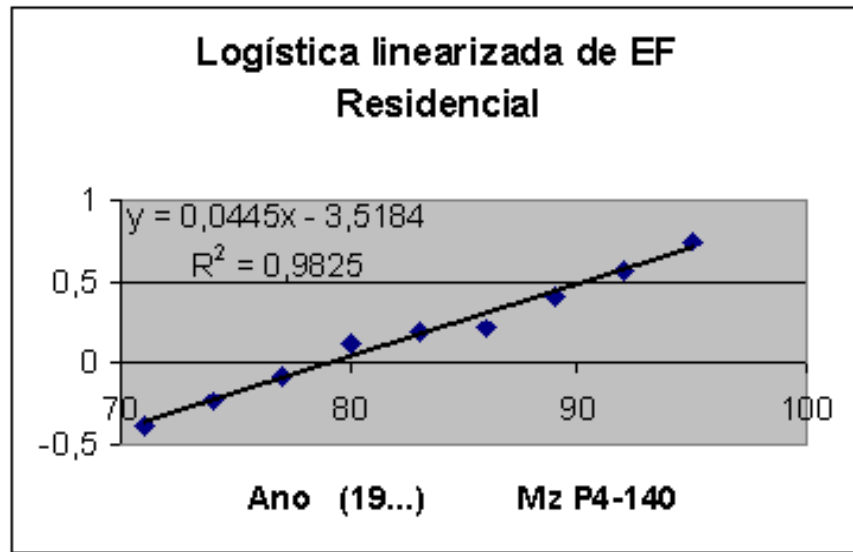
PROJEÇÕES PARA O SETOR RESIDENCIAL.

Energia Final total.

De 1970 ao início da década de 90, a demanda de energia final evoluiu segundo uma curva logística, como mostram os gráficos abaixo.

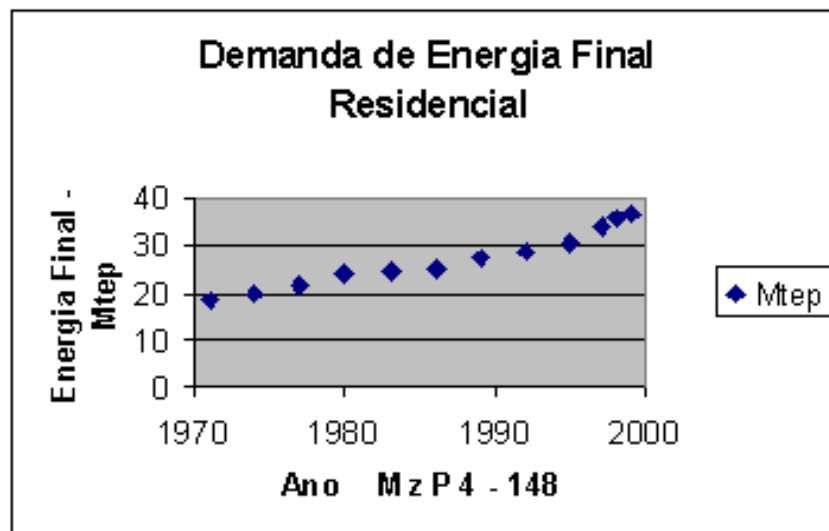
O primeiro gráfico mostra a taxa trienal média de variação da demanda e permite prever a demanda máxima em 45,3 Mtep, sob a hipótese de manutenção das condições pré-92, especialmente o preço da energia. Usando o valor máximo estimado acima, é possível





traçar a curva logística linearizada da demanda, mostrada no segundo gráfico, e projetar a demanda futura. Observe-se que, apesar dos coeficientes de correlação serem bons, o que sugeriria a tendência à manutenção do padrão de evolução observado, registra-se a partir de 94 um crescimento anômalo da demanda, atribuível às condições cambiais

favoráveis à importação e ao baixo preço do petróleo, mas que poderia também ser



atribuída à metodologia.

Em relação à projeção pela curva logística, a demanda registrada para 1.999 estaria adiantada em cerca de 1 década, fato que recomenda o emprego de outra metodologia para se estimar a demanda de energia final, o que será feito em termos de energia equivalente de substituição.

ENERGIA EQUIVALENTE DE SUBSTITUIÇÃO NO SETOR RESIDENCIAL.

Conforme apresentado no modelo de Obtenção do Balanço de Energia Equivalente, o cálculo da energia equivalente consiste essencialmente em exprimir-se a quantidade de um dado energético usado no setor pela quantidade de um energético de referência, no

$$(E. \text{ Equivalente})_{\text{elet-motriz}} = EF_{\text{eletric.setor}} \times \text{fator de destinação}_{\text{eletr.-motriz}} \times (\text{eficiência de conversão})_{\text{eletric.-motriz}} / (\text{eficiência de conversão de gás natural em energia motriz})_{\text{GN-motriz}}$$

Numericamente, o exemplo seria, para 1.993:

$$(E. \text{ Equivalente})_{\text{motriz}} = 4.230 \text{ tep (eletricidade)} \times 0,418 \times 0,780 / 0,27 = 5.108 \text{ tep}_{\text{GN}}$$

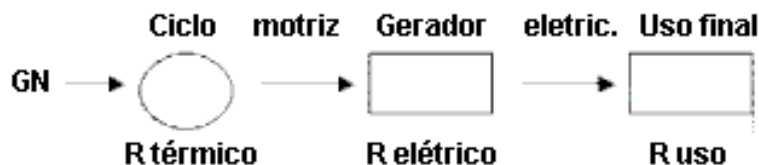
Ressalve-se que a eletricidade é contabilizada no BEU pelo equivalente calorífico.

Uma dificuldade encontrada na aplicação desta metodologia provém do grande espaçamento entre os dois BEU's editados pelo MME, o primeiro em 1983 e o segundo em 1993, acarretando a variação em degrau do coeficiente de destinação e da eficiência ao passar-se de 1992 (BEU 83) para 1993 (BEU 93), o que pode ser resolvido pelo alisamento do produto coeficiente de distribuição X eficiência mediante um progressão geométrica, o que equivale a supor que a variação é contínua ao longo do intervalo. A função assim obtida é chamada neste

trabalho de "energia equivalente alisada". É claro que o alisamento não afeta o dado histórico fundamental que é a quantidade de energia final.

O cálculo de energia equivalente para o Setor Residencial é facilitado pelo pequeno número de energéticos usados, de características físico-químicas bem definidas, e pelo agrupamento de energéticos de eficiências iguais (biomassa = lenha e carvão vegetal; gases = GLP, gás natural e gás canalizado), conforme registrado pelo BEU. Ademais, os combustíveis são usados, neste Setor, apenas para a liberação de calor, o que permite ponderar as eficiências para calor de processo e aquecimento direto pelos respectivos coeficientes de distribuição, ficando assim uma única eficiência associada com cada grupo de combustíveis. O maior trabalho de cálculo é o relativo à energia equivalente à eletricidade, que tem 5 usos diferentes (força motriz, calor de processo, aquecimento direto, iluminação e outros).

Na realidade, a adoção do gás natural como referência, justificada pela coerência do trabalho, que envolve outros setores de demanda é maior do que a residencial, impõe a consideração de processos de conversão compostos, pois nos usos dedicados da eletricidade é necessário supor que o gás natural é convertido em eletricidade para ser aplicado. O esquema abaixo ilustra a composição das eficiências para esses casos.



$$R_{\text{global,GN}} = R_{\text{térmico}} \times R_{\text{elétrico}} \times R_{\text{uso}}$$

Se a forma de energia final é a elétrica,

$$R_{\text{global,eletr.}} = R_{\text{uso}}$$

$$R_{\text{global,eletr.}} / R_{\text{global,GN}} = R_{\text{uso}} / R_{\text{térmico}} \times R_{\text{elétrico}} \times R_{\text{uso}} = 1/R$$

térmico $\times R$ elétrico

Nos grandes geradores de eletricidade, R difere da unidade em menos do que a incerteza nos demais rendimentos, de forma que $R \cong 1$.

Assim, para os usos dedicados da eletricidade, o fator de equivalência ao GN seria

$$1 / 0,27 = 3,7.$$

Dados utilizados.

Os parâmetros de cálculo, já elaborados segundo descrito anteriormente (agrupamento e ponderação da eficiência), estão registrados abaixo como o produto do coeficiente de destinação (primeiro fator) pela eficiência.

Biomassa(ambos os BEU's) $1,0 \times 0,10$

Gases

BEU 83 $1,0 \times 0,45$

BEU 93 $1,0 \times 0,50$

<u>Eletricidade</u>	F. motriz	Calor	Iluminação	Outros
BEU 83	$0,37 \times 3,7$	$0,25 \times 1,0$	$0,29 \times 3,7$	$0,08 \times 3,7$
	$0,42 \times 3,7$	$0,26 \times 1,0$	$0,24 \times 3,7$	$0,08 \times 3,7$

Resultados.

[A planilha 1](#), anexa, mostra os dados de entrada (Energia Final) e os resultados (Energia Equivalente em Gás Natural), ano a ano, a partir de 1970.

Os gráficos a seguir, mostram a evolução da energia equivalente e a logística linearizada correspondente. Reproduz-se, para comparação, a

logística linearizada da energia final. Vê-se que a energia equivalente apresenta melhor correlação de ajuste, o que justifica a adoção deste conceito para os fins de projeção.

A logística da energia equivalente foi obtida por aproximações, a partir da comparação da energia equivalente por habitante entre o Brasil e Portugal, em 1996, justificando-se a escolha do paradigma pelos fatos de ser um país europeu, recém inserido na União Européia, e ter, entre os países de renda per capita intermediária, as condições climáticas mais parecidas com as nossas. A comparação levou à estimativa de 42 Mtep para a energia equivalente máxima.

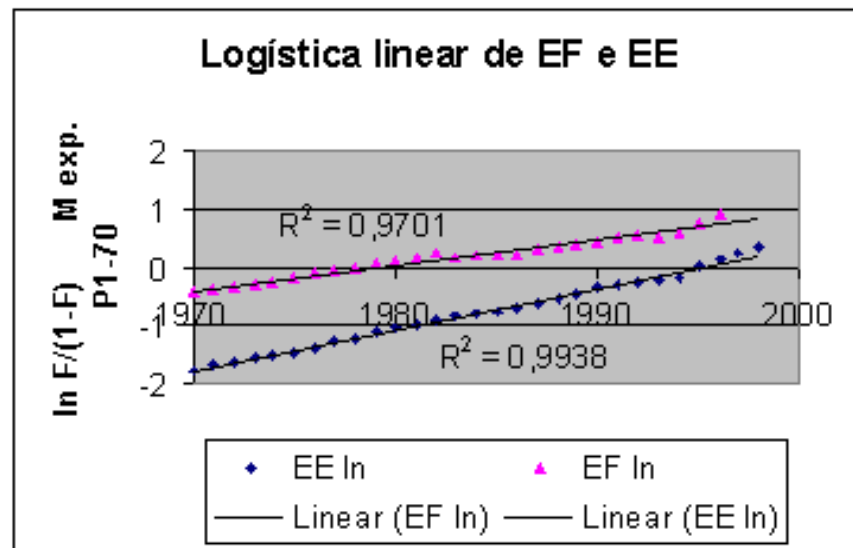


Gráfico 6 - Logística linearizada de energia equivalente e de energia final.

Finalmente, para avaliar os efeitos relativos da população urbanizada e da renda sobre o uso da energia equivalente, foi elaborado um cálculo de correlação dupla, resultando a equação

$$EE \text{ (Mtep)} = 0,222 \text{ Pop. Urbana (milhões)} - 0,00261 \text{ PIB (B\$ 94)} - 5,508$$

acentuando a prevalência da população urbana sobre a renda, já

observada com relação à energia final, como parâmetros determinantes do uso de energia equivalente residencial.

PROJEÇÃO DO USO DE ENERGIA RESIDENCIAL NO PERÍODO
2.000 - 2.020.

**PROJEÇÃO DO USO DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL e
LEVANTAMENTO DE EMISSÕES POR ENERGIA EQUIVALENTE NO
SETOR (CONCLUSÃO)**

**PROJEÇÃO DO USO DE ENERGIA RESIDENCIAL NO PERÍODO
2000/ 2020.**

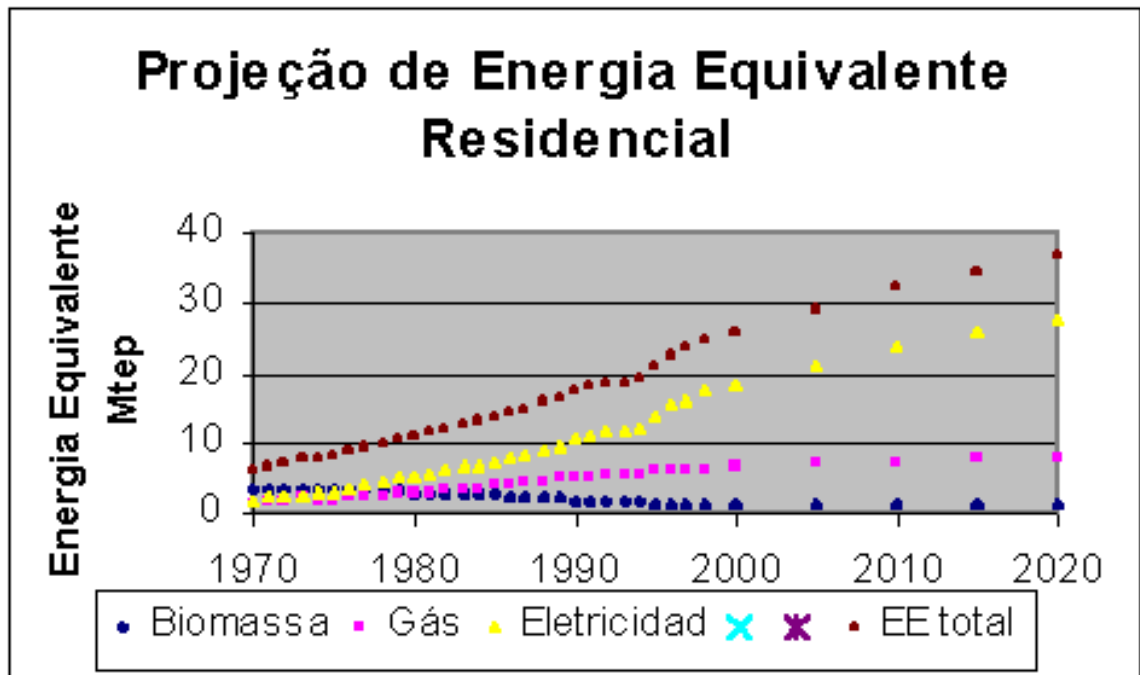
Usando os dados da [Planilha 1](#), anexa, foram elaboradas duas versões da projeção, a primeira partindo da logística linearizada (gráfico 6), mediante a transformação inversa à de linearização, e a segunda usando a correlação

$$EE = f (\text{Pop. Urbana, PIB})$$

Os resultados estão registrados na tabela abaixo. O desvio médio entre as duas projeções é de 3%.

Tabela: Projeção Energia Equivalente;

	Ano 2000	2005	2010	2015	2020
Logística	24,7	28,1	31,2	33,8	35,9
Correlação	25,8	29,1	32,1	34,6	36,5
Média	25,3	28,6	31,7	34,2	36,2



RESOLUÇÃO DA ENERGIA EQUIVALENTE EM ENERGIA FINAL.

A resolução é necessária para os cálculos de emissão, dado a diferença de coeficientes entre os diversos energéticos. Em princípio, pode-se utilizar a participação de cada energético na energia equivalente ou projetar separadamente a energia equivalente de cada um deles e voltar, assim, à energia final. Como a eletricidade não acarreta emissão no uso, basta projetar a demanda final de gás (compreendendo o GLP, o gás natural e o gás canalizado), na qual o GLP é largamente dominante na atualidade e ainda dominará nas próximas décadas, à vista do elevado custo das instalações residenciais de gás canalizado.

GLP.

Os gráficos abaixo mostram a seqüência de levantamento da curva de variação da demanda residencial de GLP. A demanda máxima estimada é de 7,72 Mtep/ano.

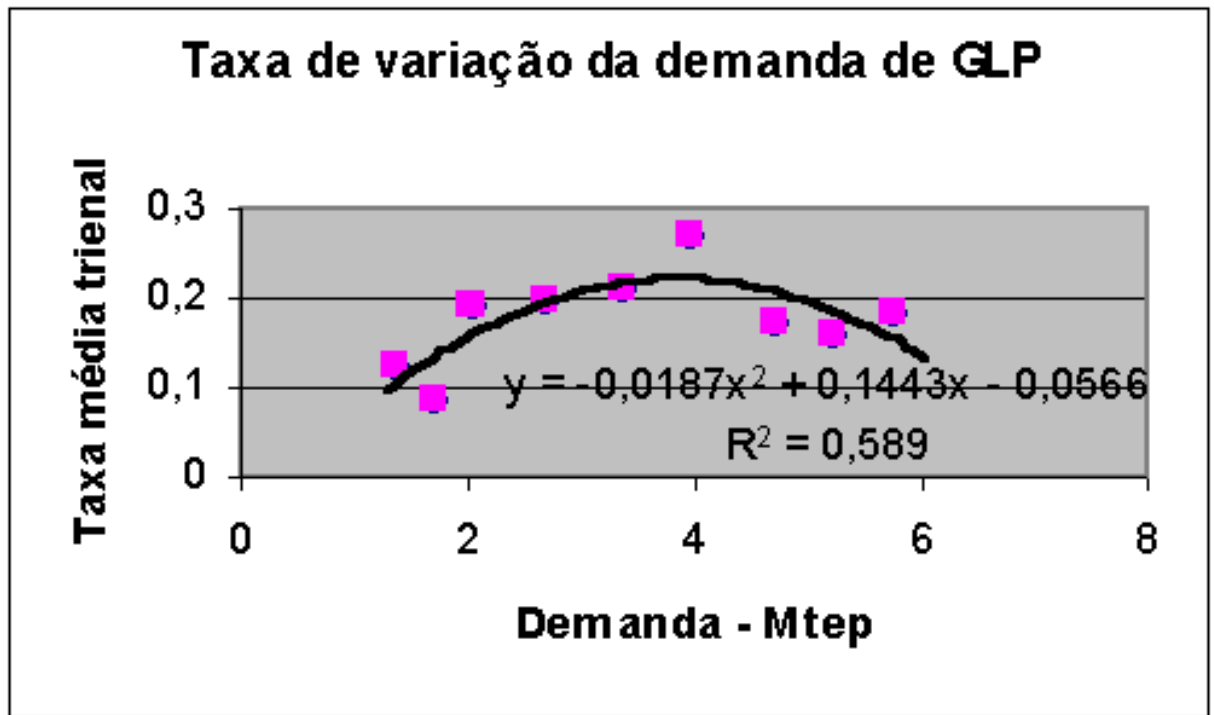


Gráfico 7 - Taxa de variação da demanda residencial de GLP

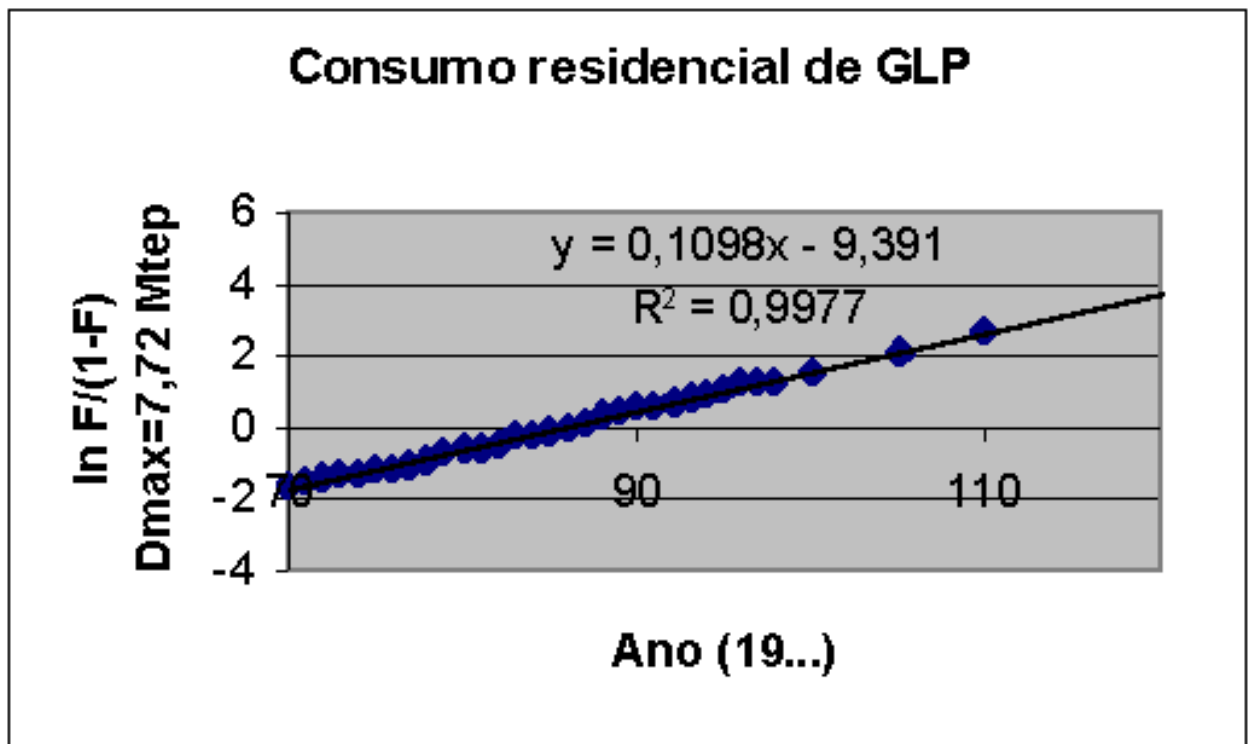


Gráfico 8 - Logística linearizada da demanda de GLP

A demanda projetada a partir da logística linearizada está registrada na tabela e gráfico abaixo.

Ano	2.000	2.005	2.010	2.015	2.020
Demanda	6,41	6,90	7,23	7,43	7,55

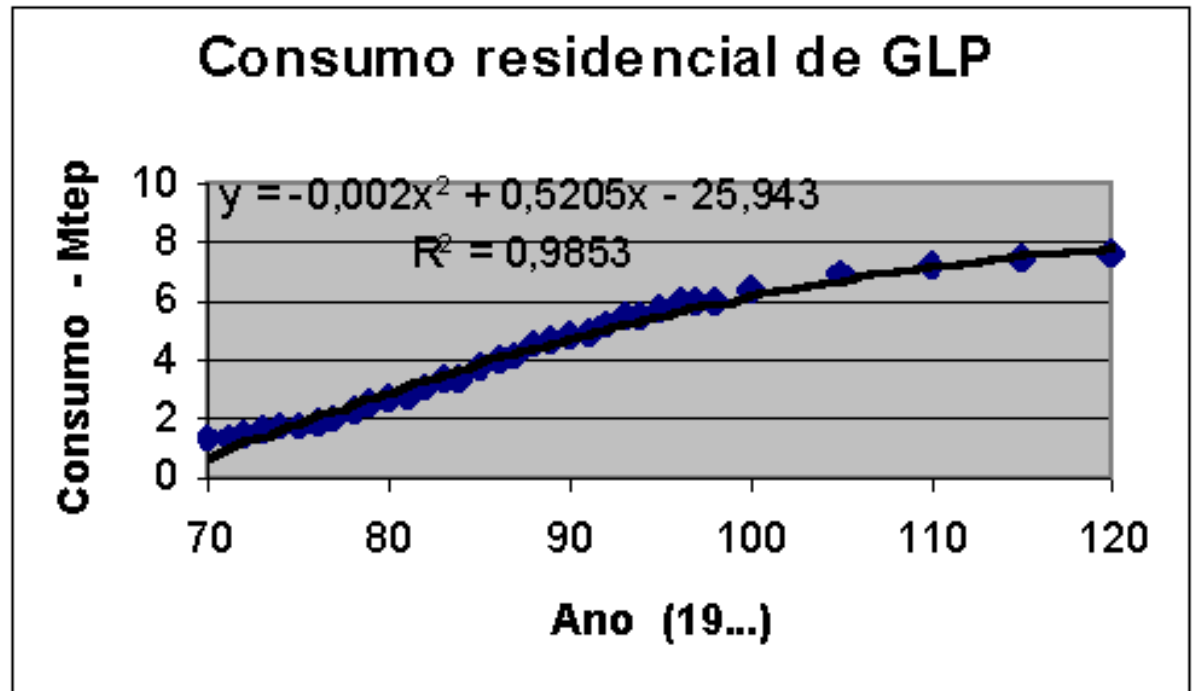


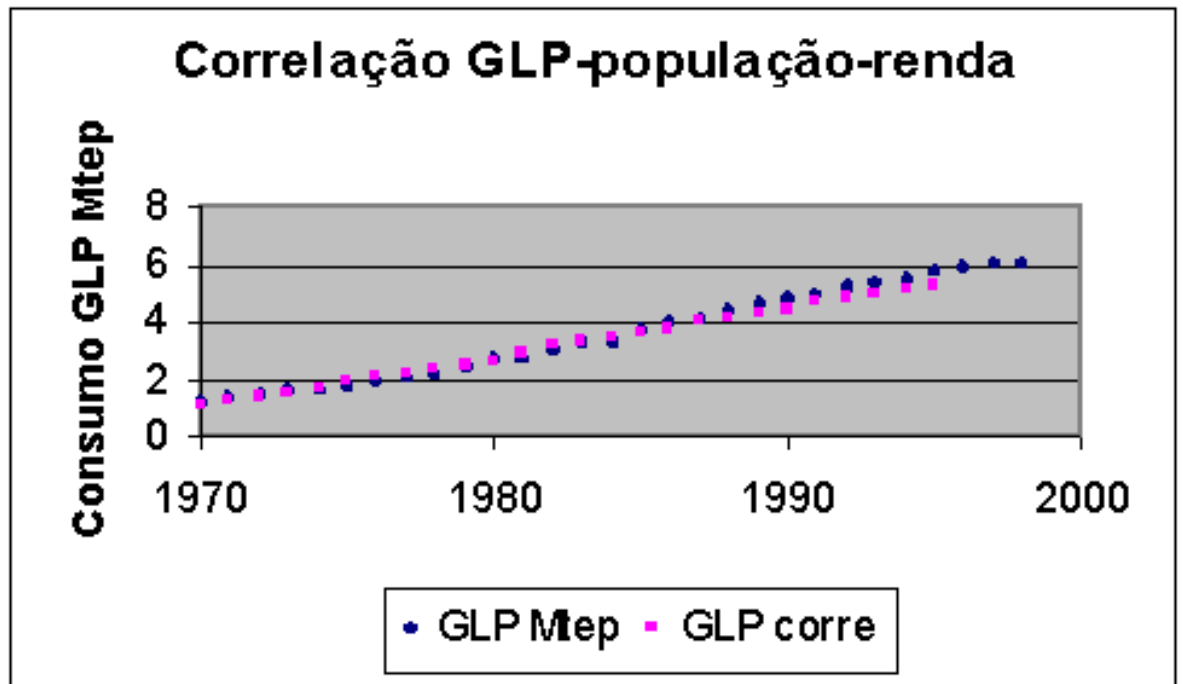
Gráfico 9 - Consumo residencial de GLP.

Para avaliar a importância relativa da população urbana e da renda sobre o consumo de GLP, foi ajustada aos dados de consumo entre 1975 e 1988 uma função das variáveis

acima mencionadas. A equação da correlação linear dupla é

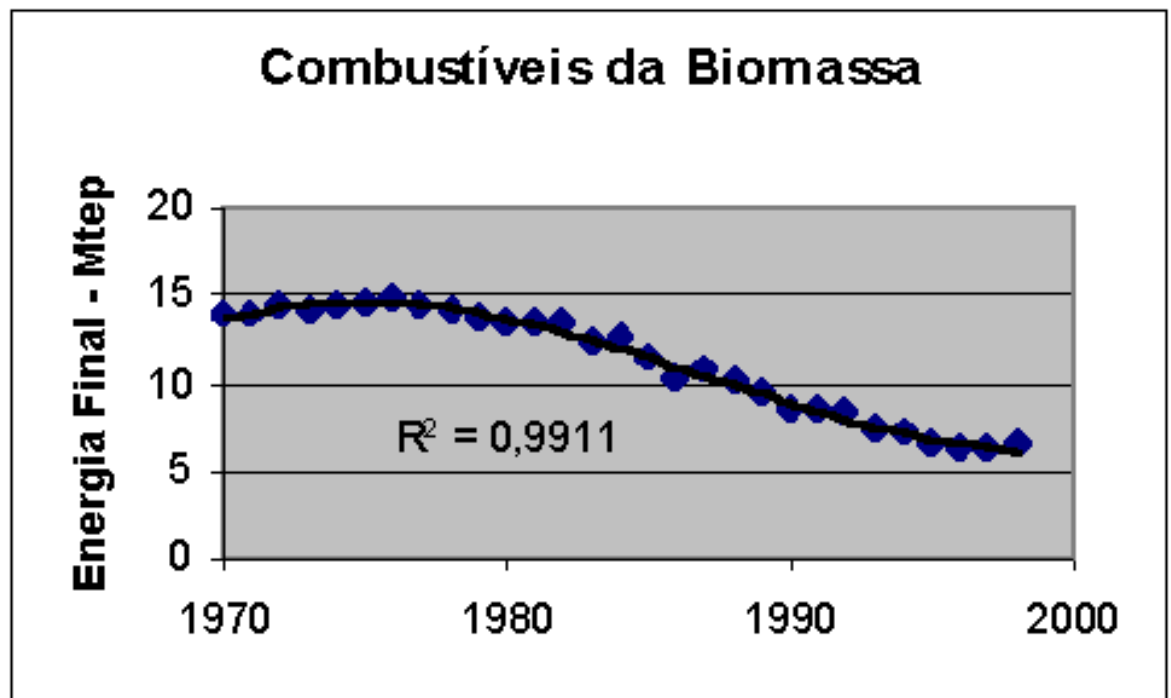
$$\text{GLP (Mtep)} = 0,0658 \text{ Pop. Urb. (milhões)} + 0,00074 \text{ PIB (B \$}_{94}\text{)} - 2,988$$

o que mostra ser a população urbana a variável preponderante.



LENHA E CARVÃO VEGETAL.

O gráfico 10, abaixo, mostra a evolução do consumo de lenha e carvão vegetal no intervalo 1970-1998. Para o cálculo de emissões será considerado o consumo residual de 6 Mtep/ano.



Os resultados da conversão para energia final foram usados no cálculo das emissões ([Planilha 2](#))

CÁLCULO DE EMISSÕES.

A emissão de poluentes atmosféricos no Setor Residencial não é ainda regulamentada no Brasil. Desta forma, o cálculo será baseado nos coeficientes adotados pelo IPCC para emissões não controladas ("default"), convertidos de kg/Tj para kg/tep, mediante a relação

$$1 \text{ tep} = 0,0452 \text{ Tj}$$

A tabela a seguir resume os valores de interesse.

Coeficientes de emissão - kg/tep

	CO	CH4	N2O	NOx
Lenha	226	13,6	0,18	4,5
Carvão Vegetal	317	9,0	0,05	4,5
G. Natural/GLP	2,26	0,226	0,005	2,26

A emissão de CO₂ por combustíveis da biomassa é dispensada pelo IPCC. Para os combustíveis gasosos, seu cálculo baseia-se no balanço de carbono, utilizando-se os fatores de emissão de carbono registrados na tabela 2 do "Guidelines" do IPCC. Para esses combustíveis, os coeficiente de emissão que figuram na planilha 2, anexa, foram obtidos pela ponderação dos coeficiente originais pela participação no consumo final.

O gráfico 11, abaixo, mostra a evolução das emissões por combustíveis da biomassa entre 1970 e 1998.

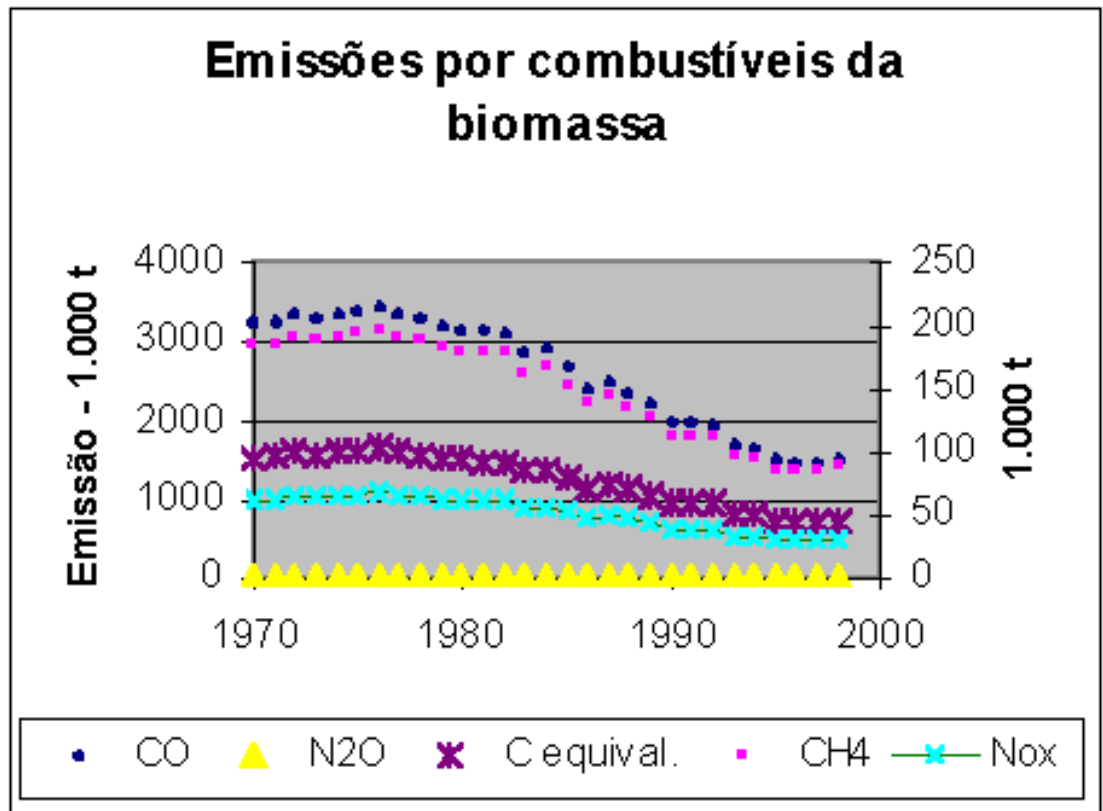


Gráfico 12 - Biomassa

As emissões por combustíveis gasosos (GLP, GN e gás canalizado) em mil toneladas estão no gráfico 13.

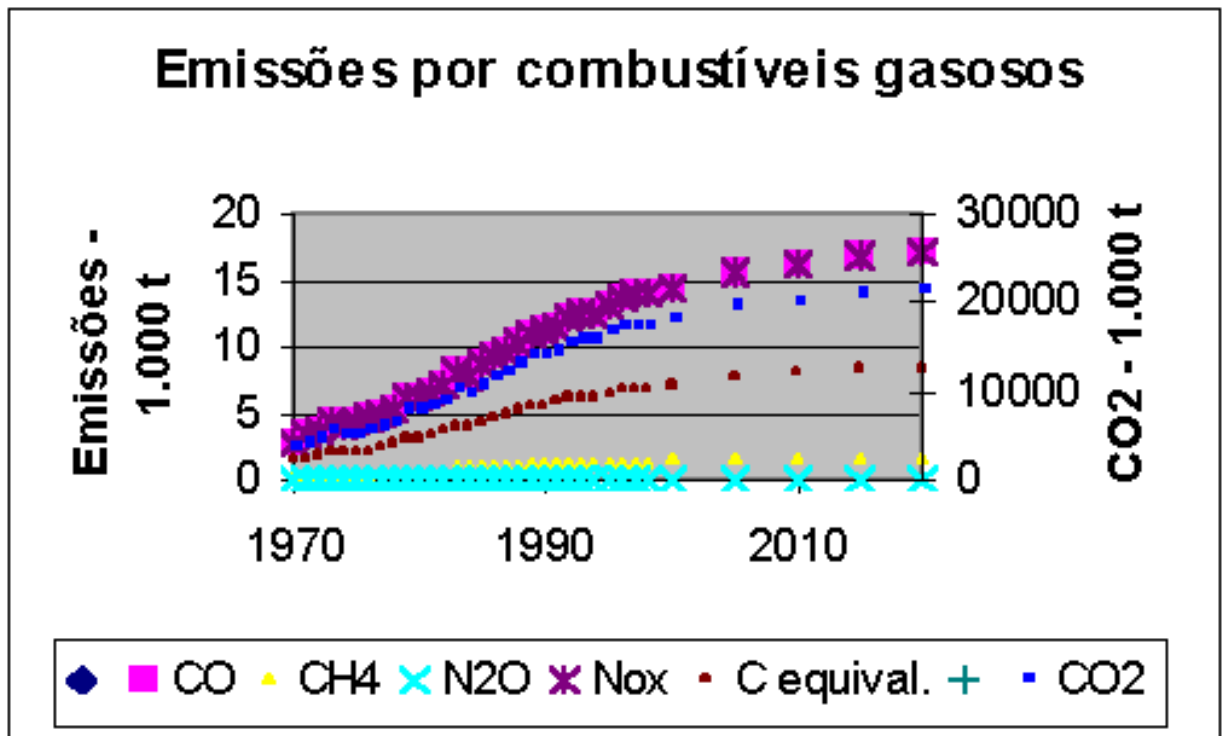


Gráfico 13 - Emissões por combustíveis gasosos (1.000 t).



COEFICIENTES DA MATRIZ DE EMISSÕES

[Página Principal](#)

Elaboração da Matriz Energética: Metodologia e Aplicações

Demanda Energética e Emissões no Setor Doméstico

Coefficientes da Matriz de Emissões

<http://ecen.com>

Vínculos e&e Livro de Visitas Matriz Energética e de Emissões

<http://ecen.com/matriz>

PROJETO "FORNECIMENTO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA ACOPLADAS A UMA MATRIZ ENERGÉTICA"

CONVÊNIO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA / ECONOMIA E ENERGIA - ONG Meta 3 31 de janeiro de 2.001

Introdução

Como etapa para obter a matriz de emissões a partir de uma extrapolação da matriz energética é necessário escolher coeficientes que possam, a partir do consumo de combustíveis, em energia final, inferir as emissões correspondentes. Como primeira aproximação serão usados os coeficientes do Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC revisão de 1996, Na medida do possível serão adotados os valores mais adaptados às condições brasileiras levantados nos trabalhos para o inventário nacional e as projeções para novas tecnologias

Metodologia

Este trabalho descreve a metodologia usada para estimar a matriz de emissão dos gases do efeito estufa provenientes da combustão dos diversos energéticos usados nos vários setores da economia.

O objetivo é obter um coeficiente que multiplicado pelo consumo de cada energético em um específico setor da economia forneça a quantidade emitida de cada um dos gases do efeito estufa.

No presente cálculo foram usados os valores dos fatores de emissão fornecidos pelo Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, revisão de 1996.

A metodologia do IPCC separa o cálculo dos gases do efeito estufa da seguinte forma:

- Emissão de CO₂ a partir do teor de carbono dos combustíveis;
- Emissão de CH₄, N₂O, NO_x e CO a partir do consumo do

energético organizado por setor da economia.

- Emissão de SO₂ a partir do teor de enxofre no combustível e da retenção de enxofre nas cinzas.

Descrevemos a seguir os passos usados no cálculo dos coeficientes de emissão.

I) Coeficientes para CO₂

1) conversão para terajoule

O fator de conversão para terajoule usado é $A = 41,868 \text{ TJ}/10^3 \text{ tep}$

2) multiplicação pelo fator de emissão para calcular o teor de carbono

O IPCC fornece fatores de emissão (em toneladas de C/TJ) para líquidos fósseis primários e secundários, sólidos fósseis primários e secundários, gás natural e biomassa sólida, líquida e gasosa.

$B =$ fator de emissão do energético

3) correção para carbono não-oxidado

Fração de carbono oxidado

Carvão	0,98
Petróleo e seus produtos	0,99
Gás	0,995

$C =$ fração de carbono oxidado do energético

4) conversão do carbono oxidado para emissão de CO₂

Multiplicando-se o fator de conversão pelo fator de emissão para

o combustível em pauta (vezes 10^{-3} para termos o fator em Gg de C/TJ) e pela fração de carbono oxidado correspondente, teremos o coeficiente de emissão de carbono em $\text{Gg}/10^3 \text{ tep}$ de combustível. Para se obter o coeficiente de emissão de CO_2 basta multiplicar o coeficiente acima por 44/12.

Coeficiente de emissão de $\text{CO}_2 = A * B * 10^{-3} * C * 44/12$
(Gg de $\text{CO}_2/10^3 \text{ tep}$)

2) Coeficientes para CH_4 , N_2O , NO_x e CO

O IPCC fornece fatores de emissão para gases acima para os seguintes energéticos e setores da economia (em kg/TJ):

Energético: carvão, gás natural, petróleo gasolina e diesel), lenha e rejeitos de lenha, biomassa e outros rejeitos

Setor : Indústria de energia, Indústria manufatureira e Construção, Transporte (aéreo, rodoviário, ferroviário e hidroviário) e Outros Setores (comercial/institucional, residencial, agricultura, silvicultura e pesca)

1) conversão para terajoule

O fator de conversão para terajoule usado é

$$A = 41,868 \text{ TJ}/10^3 \text{ tep}$$

2) multiplicação pelo fator de emissão (do respectivo gás) para o setor da economia e referente ao energético em pauta.

$B =$ fator de emissão do energético em pauta para o setor específico da economia

Multiplicando-se o fator de conversão pelo fator de emissão (vezes 10^{-6} para termos Gg do gás/TJ), teremos o coeficiente de emissão do respectivo gás em $\text{Gg}/10^3 \text{ tep}$.

Coeficiente de emissão (do respectivo gás) = $A \cdot B \cdot 10^{-6}$
(Gg / 10^3 tep)

III) Coeficientes para SO₂

1) conversão para terajoule

O fator de conversão para terajoule usado é

$$A = 41,868 \text{ TJ}/10^3 \text{ tep}$$

2) cálculo do fator de emissão de SO₂

3) $B = 2 \cdot [(\% \text{ do teor de enxofre} / 100)] \cdot [1/\text{valor calorífico líquido}] \cdot [(100 - \% \text{ retenção do enxofre na cinza})/100]$.

O IPCC fornece o valor calorífico líquido para diversos energéticos em $\text{TJ}/10^3 \text{ t}$.

$$\text{Coeficiente de emissão de SO}_2 = A \cdot B \cdot (\text{Gg}/10^3 \text{ tep})$$

Nota: O teor de enxofre no gás natural é dado em g/m³ e o valor calorífico médio deve ser dado em kJ/m³. O teor de enxofre no gás natural não deve ser dividido por 100 no cálculo de B.

Resultados

[As planilhas](#) em anexo mostram os valores preliminares a serem usados.


[BUSCA](#)
[CORREIO](#)
[DADOS ECONÔMICOS](#)
[DOWNLOAD](#)
[e&e ANTERIORES](#)

e&e No 24

Página Principal
Elaboração da Matriz Energética:
Metodologia e Aplicações
Demanda Energética e Emissões no Setor Doméstico
Obtenção de Coeficientes da Matriz de Emissões

<http://ecen.com>

Vínculos e&e
Livro de Visitas

Matriz Energética e de Emissões
<http://ecen.com/matriz>

Progressos na Matriz Energética e de Emissões de Gases Causadores do Efeito Estufa

Este número, como os dois anteriores é principalmente dedicado a descrever progressos nos estudos da Matriz Energética e de Emissões Geradoras do Efeito Estufa. Mostramos uma apresentação da proposta **e&e** para a Matriz Energética em reunião do Comitê Assessor para Assuntos da Matriz Energética do CNPE

Demanda de Energia para o Setor Doméstico no Cenário de Referência

Avaliação preliminar da demanda do Setor Doméstico que exige uma metodologia específica

e Emissões de Gases geradores do Efeito Estufa no Uso de Energia no Setor Doméstico

Emissões correspondentes ao uso de energia no Setor Domésticos no horizonte 2020.

Metodologia e&e para Projeção da Matriz Energética

Apresentação resumindo a metodologia adotada.

Reservas Externa e Dívida Externa e Pública do Brasil

Revisão de dados (breve)

Obtenção de Coeficientes da Matriz de Emissões

Coeficientes para transformação de dados de consumo final energético em emissões de gases relacionados ao efeito estufa

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:

Tuesday, 08 November 2005