

**BUSCA****CORREIO****DADOS ECONÔMICOS****DOWNLOAD****e&e ANTERIORES****e&e No 28****Razão Capital/Produto no Brasil e em Países da OCDE****Página Principal****Energia e Emissões****Setor Agropecuário****Setor Industrial****Evolução da Razão****Capital/Produto no Brasil e
nos Países da OCDE****Dívida Pública e Reservas
do Brasil****<http://ecen.com>****Vínculos e&e****Matriz Energética e de
Emissões****<http://ecen.com/matriz>**

A Produtividade de Capital (inverso da razão Capital/Produto) vem declinando no Brasil e também em vários países da OCDE. Em países carentes de capital isto pode representar um importante obstáculo para o crescimento. O Brasil atingiu uma razão capital/produto semelhante a dos países desenvolvidos sem chegar ao estágio que chegaram. Isto representa perda de uma vantagem comparativa que poderia atrair investimentos. Os Estados Unidos da América apresentam uma produtividade superior ao de outros países desenvolvidos e até do Brasil. Uma análise setorial possibilita localizar causas da evolução desse parâmetro nos países desenvolvidos. Comparam-se as mudanças atribuíveis ao conteúdo de capital por valor agregado no setor com as devidas à alteração da estrutura setorial no PIB.

Matriz Energética**Módulo Setorial da Matriz e&e de Energia e Emissões**

O Módulo Setorial, na projeção da Matriz Energética e de Emissões que realiza a e&e permite, usando um cenário do PIB, montar um cenário da participação dos principais setores da economia no valor do PIB. A evolução histórica do Brasil e de outros países é usada para avaliar a participação futura. São fornecidos valores básicos para serem usados no cenário de referência para as projeções. Em seguida é projetado, com base na extrapolação de coeficiente Energia Equivalente/Produto a demanda de Energia. A participação dos energéticos é projetada com base nos valores históricos e por comparação com outros países. Os valores são convertidos em Energia Final e são calculadas, com base em coeficientes fornecidos pelo MCT, as emissões causadora do efeito estufa. As projeções são para o período 2000/2020

Neste número apresentamos os resultados para:

Setor Agropecuário**Setor Industrial****Emissões Setoriais: [TEXTO COMPLETO PARA DOWNLOAD](#)**

Algumas Informações Relevantes sobre o Racionamento

Reservatórios do SIN - Sistema Interligado Nacional

Situação diária dos principais reservatórios -
Valores da ONS - Operador Nacional do
Sistema Elétrico
[Página do OSN](#)

ENERGIA ARMAZENADA NOS
RESERVATÓRIOS EM RELAÇÃO À
MÁXIMA

[Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica](#)



Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:
Sunday, 28 August 2005

1 5 9 1

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

e&e No 28

[Página Principal](#)[Energia e Emissões](#)[Setor Agropecuário](#)[Setor Industrial](#)[Evolução da Razão
Capital/Produto no Brasil
e nos Países da OCDE](#)[Dívida Pública e
Reservas do Brasil](#)<http://ecen.com>[Vínculos e&e](#)[Matriz Energética e de
Emissões
<http://ecen.com/matriz>](#)

Evolução da Razão Capital/Produto no Brasil e nos Países da OCDE

Aumara Feu

aumara@ecen.com

Resumo:

O objetivo do nosso artigo é calcular e analisar a tendência das séries da razão capital/produto a nível agregado para o Brasil e para os países da OCDE, bem como estimar as séries da razão capital/produto por atividade para os países da OCDE. Pretendemos, ainda, contribuir para verificar a influência da variação na razão capital/produto por atividade ao longo do período estudado (efeito conteúdo) e da realocação do produto em atividades (efeito estrutura) na variação da razão capital/produto agregada.

Mostramos que as razões capital/produto tem tendência crescente de 1970 a 1996, com queda na inclinação desta tendência a partir da década de 80 na maioria dos países. Estimamos as razões capital/produto por atividade, onde fica claro a maior influência de choques, como o de petróleo e de juros, nas razões por atividade. Concluímos que a realocação nos países desenvolvidos ocorre no sentido de aumentar a participação no produto de atividades mais intensivas em capital, e que a razão capital/produto é crescente na maioria das atividades, principalmente até meados da década de 80. Contudo, justamente na atividade mais intensiva neste fator de produção, notamos uma tendência decrescente da razão capital/produto na maioria dos países. A grande e crescente participação desta atividade e a queda na sua razão, é um dos motivos observados para explicar a queda no efeito conteúdo e, conseqüentemente, a diminuição da tendência crescente na razão capital/produto após meados da década de 80.

No Brasil, houve uma expressiva variação da razão capital/produto no período, que dobrou de valor, de 1,5 para 3 da década de 70 a de 90, aproximando-se do nível observado para a maior parte dos países desenvolvidos. Sendo a razão capital/produto o inverso da produtividade de capital, o rápido aumento dessa razão é uma causa importante na redução do ritmo de crescimento.

Palavras-Chave: Razão Capital/Produto, Produtividade do Capital e Crescimento Econômico

I – Introdução

A razão capital/produto (K/Y), ou seja, o inverso da produtividade do capital, indica o montante de capital necessário para se gerar uma unidade de produto interno. Assim, quanto maior for esta razão mais o país tem que ter em estoque de bens de capital para obter a mesma quantidade de produto. A taxa de crescimento de um país, dado o nível de investimento, é limitada por uma função inversa da razão capital/produto. O comportamento desta razão e dos fatores que o determinam é, portanto, de suma importância para conhecer a capacidade e as limitações do crescimento de uma economia. Esta importância se acentua, quando se trata de economias em desenvolvimento, onde, entre os fatores de

produção tradicionais - trabalho, capital e recursos naturais -, o mais escasso é o capital, que parece ser também o maior limitante ao crescimento econômico. Portanto, afora os escassos períodos onde o fluxo de capital externo torna-se abundante como, por exemplo, na década de 70, o crescimento depende da poupança interna e esta terá que ser tanto maior quanto maior for a razão capital/produto.

Segundo Jones (1999), dos fatos estilizados de Kaldor[2] pode-se inferir que, nesse contexto, a razão capital/produto é, aproximadamente, constante. No entanto, de acordo com Foley e Michl (1999), as produtividades do capital de seis países (Estados Unidos da América (EUA), França, Alemanha, Países Baixos, Inglaterra e Japão) têm caído desde 1973. Os autores ressaltam, ainda, as estimativas das Extended Penn World Tables, em uma base de dados de 49 países, que demonstram uma tendência do desenvolvimento econômico a poupar trabalho e, ao mesmo tempo, diminuir a produtividade do capital. Esta queda na produtividade seria explicada pelo uso, no desenvolvimento, de métodos de produção mais intensivos em capital. Logo, os trabalhadores se tornam mais produtivos, mas o montante de capital com o qual eles trabalham cresce mais que sua produtividade, de forma que a produtividade do capital, atualmente, tende a cair.

Tanto a teoria econômica como os formuladores de política econômica têm dado maior ênfase à produtividade do trabalho e à produtividade de alguns recursos naturais, como terra e energia. Foley e Michl (1999) alertam para a negligência de muitos economistas sobre esta forte (apesar de não uniforme) evidência de decréscimo da produtividade do capital. Segundo estes autores, a relação positiva entre capital e produto per capita, ao mostrar que o crescimento econômico tende a aumentar o estoque de capital ao mesmo tempo em que o produto cresce, faz com que alguns economistas pensem que uma função de produção estabelece um comportamento uniforme entre o estoque de capital e o produto.

Os dados da *International Sectoral Data Base* (ISDB) da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1999) apontam para uma tendência de aumento na razão capital/produto, a partir dos anos 60, para a maioria de seus países membros. O mesmo comportamento crescente foi verificado por Alvim et alii. (1996) para o Brasil. Segundo estes autores: A razão capital/produto cresceu do valor inicial, na década de 50, próximo a 1,2 para alcançar cerca de 2,7 no ano de 1992. O crescimento da razão capital/produto significa que a produção no Brasil passou a ser mais exigente em aporte de capital. Esta seria uma das principais causas para a redução do crescimento econômico nas últimas décadas.

O comportamento crescente da razão capital/produto para o Brasil é igualmente verificado por Hofman (1992), Carvalho(1996) e Morandi(2001), sendo que Carvalho (1996) destaca, nos últimos anos de sua série (primeira metade da década de 90) um arrefecimento da tendência crescente da série, quando a razão K/Y passaria a ser constante.

Dentre as possíveis causas elencadas por Pinheiro e Matesco(1989) para o aumento da razão capital/produto - “a) aumento no preço relativo dos bens de investimento; b) crescente importância do capital como fonte de expansão do produto potencial; c) alterações ocorridas na composição do investimento; e d) realocação setorial dos investimentos e da produção” - procuraremos contribuir para a análise da segunda e da quarta causa. A análise da razão capital/produto por atividade procurará verificar se a tendência crescente a nível agregado se deve a aumentos da razão em cada atividade ou em algumas atividades específicas (segunda causa), ou à realocação do produto por atividade (quarta causa).

Neste trabalho, analisaremos as séries da razão capital/produto a nível agregado para os países membros da OCDE e para o Brasil, procurando verificar se as suas tendências têm uma evolução uniforme. Depois, utilizando a metodologia descrita no corpo do artigo, tentaremos, por meio de uma análise por atividade, contribuir para verificar a influência da variação na razão K/Y por atividade (efeito conteúdo) e da realocação do produto em atividades (efeito estrutura) na variação da razão K/Y agregada.

Este trabalho está organizado como se segue. A Seção II descreve a metodologia a ser adotada. A Seção III discrimina os resultados sobre a tendência da razão capital/produto por país e para a OCDE. A Seção IV indica quais os resultados encontrados sobre as razões capital/produto por atividade. A Seção V analisa os efeitos estrutura e conteúdo (descritos na Seção II); e, finalmente, a Seção VI apresenta as principais conclusões.

II – Descrição da Metodologia

Abaixo descreveremos, em duas subseções, a metodologia a ser utilizada neste trabalho. A primeira discrimina os passos a serem seguidos no cálculo da razão capital/produto para o Brasil e das razões capital/produto agregada e por atividade para os países da OCDE. Por falta de dados, não calcularemos as razões por atividade para o Brasil. A segunda descreve os efeitos - estrutura e conteúdo - a serem utilizados na análise dos fatores que afetam a razão K/Y.

II.1 - Cálculo da Razão Capital/Produto Agregada e por Atividade

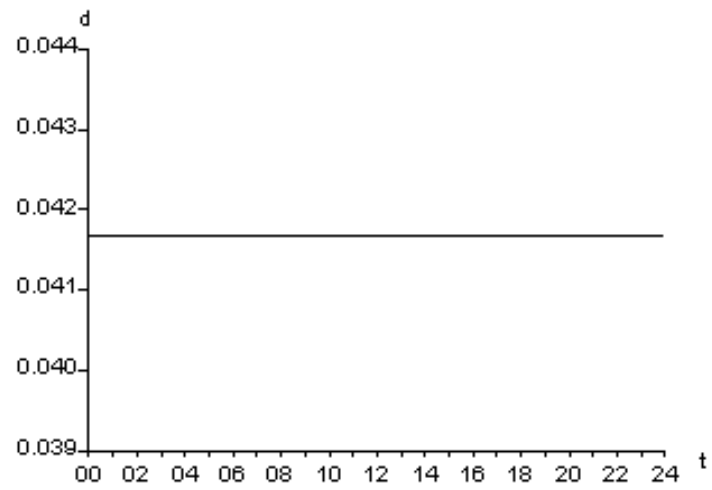
O primeiro passo para determinar a razão capital/produto é calcular o estoque de capital, e o segundo passo é dividir o estoque pelo produto. O estoque de capital será estimado pelo mesmo método utilizado pela OCDE, assim como por diversos autores, tais como Alvim et alii(1996), Hofman(1992) e Morandi(2001). Este método, chamado de “Método de Investimento Perpétuo”, consiste na soma dos investimentos passados, ainda em processo de sucatamento, descontada a depreciação gerada por um desgaste normal, seja ele físico, acidental ou decorrente da obsolescência. Trabalharemos, portanto, com o estoque de capital “líquido”, ou seja, com o estoque de capital “bruto” descontado do consumo de capital fixo – da depreciação.

A aplicação do método depende do período disponível sobre os dados de investimento, da função utilizada para calcular o desgaste do investimento no tempo, bem como da estimativa do desgaste considerado como normal. Quanto à função de mortalidade, utilizaremos a função linear com defasagem, seguindo, novamente, a metodologia da OCDE, a qual, por sua vez, segue de perto as funções adotadas oficialmente por seus países membros.

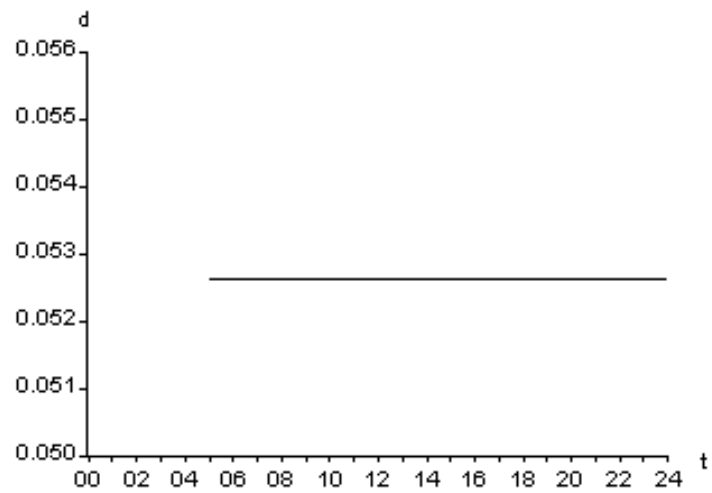
Destacamos que Hofman e Morandi utilizam funções lineares (sem defasagem), enquanto Alvim et alii utilizam uma função em forma de sino. Nas Figura 1 e 2 a seguir, apresentamos as quatro formas mais usuais de funções de mortalidade – linear, linear com defasagem, forma de sino e morte súbita - e suas correspondentes funções de sucatamento para um tempo de vida médio de 24 anos. Destas quatro formas, segundo o manual da OCDE(1993), duas não refletem a realidade, a linear e a morte-súbita. Na verdade, não parece plausível que todos os bens de determinado grupo sejam descartados ao mesmo tempo (função morte súbita), bem como que, em todo o período, estes bens se desgastem à mesma taxa (função linear), principalmente, nos primeiros anos de vida, quando espera-se, por definição, que o bem tenha plena capacidade de agregar valor.

Das duas formas restantes, linear com defasagem e em forma de sino, ambas pressupõem uma menor depreciação nos primeiros anos (linear com defasagem – depreciação zero nos anos de defasagem; e, forma de sino – depreciação aumenta gradualmente nos primeiros anos). Apesar da forma de sino ser a que mais se assemelha à realidade, com um menor descarte nos primeiros e nos últimos anos, a nossa escolha pela depreciação linear com defasagem se justifica por sua simplicidade e pelo menor número de parâmetros a estimar, fugindo assim de suposições espúrias. Na função linear com defasagem, precisa-se dos tempos de vida médio e de defasagem, na função em forma de sino, do tempo de vida médio e dos parâmetros de descarte, que visam determinar a curtose e a skewness – a velocidade em que se dá a variação gradual dos descartes.

Função de Mortalidade – Linear



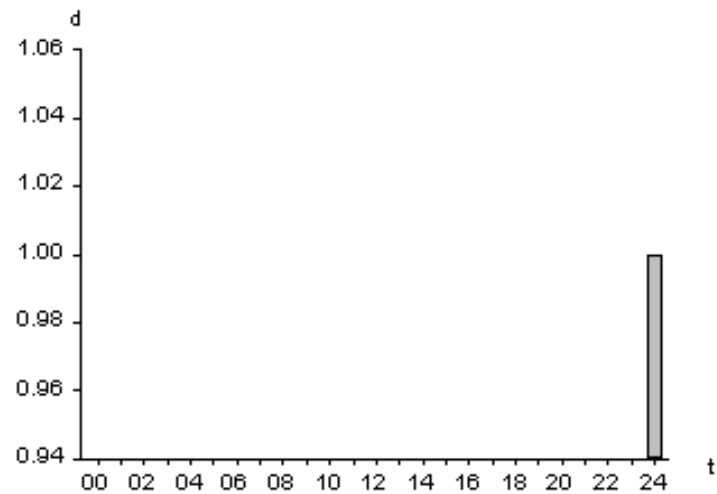
Função de Mortalidade - Linear com defasagem



Função de Mortalidade - Forma de Sino

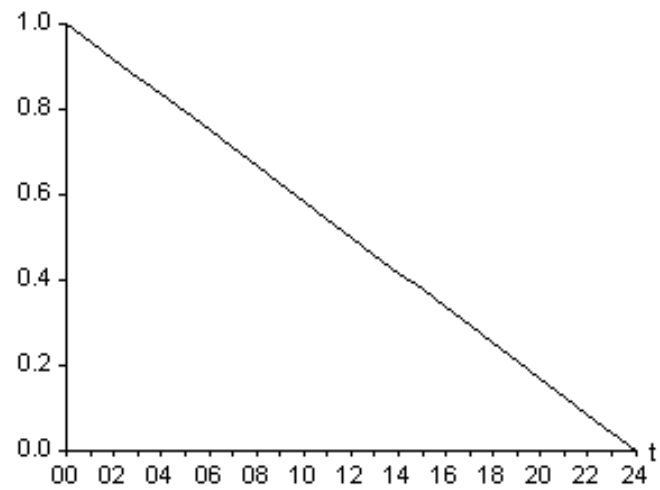


Função de Mortalidade - Morte Súbita

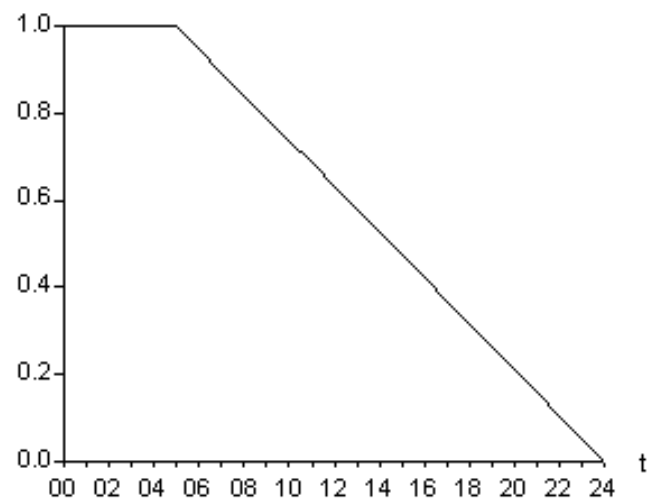


Função de Sobrevivência – Linear

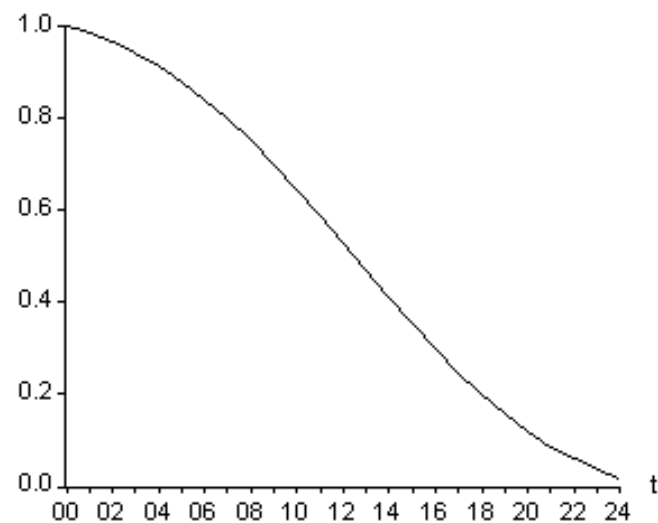
Figura 2 – Funções de Mortalidade - Mostra taxa de depreciação no tempo para um capital com tempo de vida médio de 24 anos para este tipo de bem (máquinas e equipamentos). É uma função de densidade probabilística com área igual à unidade.



Função de Sobrevivência - Linear com defasagem



Função de Sobrevivência - Forma de Sino



Função e Sobrevivência – Morte Súbita

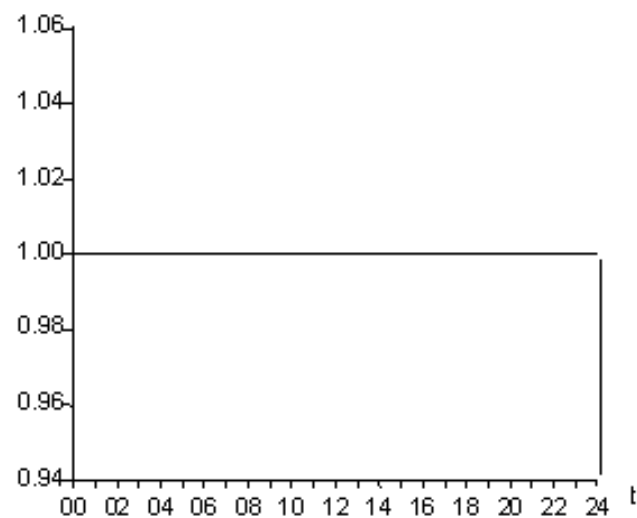


Figura 3 – A função de sobrevivência indica qual a proporção de um capital que continua agregando valor durante o tempo de vida médio para este tipo de bem.

A função de mortalidade linear com defasagem gera uma função de sucata nula nos primeiros anos após o investimento (período de defasagem) e linear crescente nos anos seguintes. A inclinação da reta, conseqüência do tempo sucata médio(h)[3] dos bens, variará quanto ao tipo de bem, se máquina e equipamento ou se construção, e

quanto à atividade (veja Quadro I).

Supondo o número de anos de defasagem igual a cinco, $m=5$, ou seja, sendo a capacidade de agregar valor do capital inalterada durante os primeiros cinco anos, teremos uma função de sucatação linear crescente com o tempo, que começa no ano $m+1$ e termina no período final da vida média (v) do bem (veja Figura III).

A função de sucatação de um investimento no tempo é representada por dx , onde x é a diferença entre o ano t e m , ou seja, é a quantidade de anos em que a depreciação deve incidir [4], e d é a taxa de depreciação adicional [5] determinada pelo inverso do tempo de sucatação médio ($d=1/h$). Logo, a depreciação acumulada é igual a zero no ano m , igual a d no ano $m+1$, igual a $2d$ no ano $m+2$, e assim por diante, até que no ano $(h+m)$ [6] ela seja igual a hd e, conseqüentemente, igual a um .

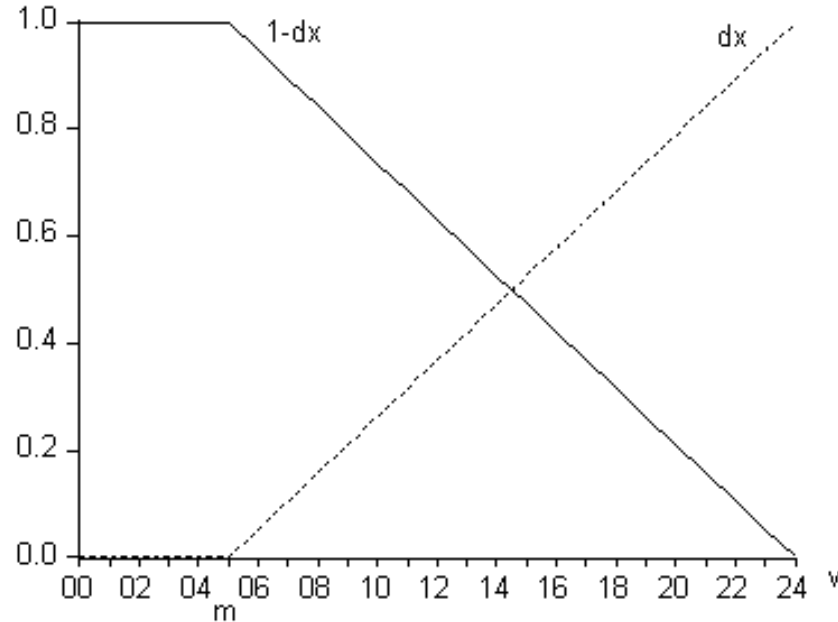


Figura III - Representação, semelhante à utilizada pela OCDE (1999) [7], da função de mortalidade (dx), mostrando a depreciação acumulada ano a ano, com $m = 5$, $v = 24$, e, conseqüentemente, $h = 19 = v-m$; bem como de sua imagem ($1-dx$), que nos dá o capital ainda não sucitado, ou seja, a sobrevivência do capital .

Calcularemos, portanto, o estoque de capital para cada ano, subtraindo da soma dos investimentos [8], ainda em processo

de sucateamento, a depreciação correspondente a sua idade, ou seja, somaremos os investimentos sobreviventes:

$$K_{t+1} = \sum_{\gamma=t-y}^t I_{\gamma} - d \sum_{\gamma=t-y}^{t-m} (t-m-r) I_{\gamma} \quad (1)$$

O capital em $t+1$ é dado pela soma dos investimentos anteriores, ainda em processo de sucateamento, menos a depreciação destes investimentos, conforme o sucateamento[9] de cada um. O número de anos em que a depreciação deve incidir ($x= t-m-r$) é dada pela diferença entre o ano anterior (t), o tempo de defasagem (m) e a data em que foi realizado o investimento (r), enquanto que a taxa de depreciação para cada investimento é calculada multiplicando-se a taxa de depreciação adicional (d) por x . Salientamos que, como $m=5$, x corresponde à idade do bem de capital menos cinco.

Cabe ressaltar, que não existem dados oficiais sobre o estoque de capital para o Brasil, enquanto que, para os países membros da OCDE, eles estão disponíveis. Esta organização fornece o estoque de capital agregado e por atividade, obtido, na maioria dos casos, dos sistemas nacionais de cada país, e caso as séries não sejam comparáveis, pela soma dos investimentos passados depreciados segundo taxas de depreciação distintas para cada atividade e para cada país. O guia do usuário da International Sectorial Database (ISDB) da OCDE esclarece que as taxas de sucateamento utilizadas pelas diversas autoridades nacionais diferem enormemente. Segundo o Guia: Esta diferença deve-se muito mais a métodos distintos de estimativa do que a diferenças fundamentais na natureza dos bens de capital ou na sua utilização. Como exemplo, podemos citar o tempo de sucateamento médio das construções, que é tomado como 42 anos na Finlândia e 70 anos na Suécia.

A OCDE comparou os cálculos dos estoques de capital, utilizando o tempo de sucateamento médio(h) segundo as estimativas[10] de cada país e segundo a média destas estimativas, concluindo que os resultados são significativamente distintos no que concerne ao nível do estoque, mas relativamente semelhantes quando se comparam as tendências da razão K/Y . Esta instituição conclui, que, em geral, as razões K/Y , usando a média de h por atividade, tendem a ser mais similares entre seus países membros do que seria esperado, sem, contudo, explicar o porquê desta esperada disparidade entre as razões. Parece-nos que seria mais fácil justificar uma maior similaridade das razões pela existência de semelhanças entre os países considerados, entre o tipo de bens produzidos, inclusive no que tange ao nível tecnológico que, com a abertura comercial, tem se disseminado com maior facilidade e rapidez, do que encontrar razões que expliquem divergências tão grandes nos tempos de sucateamento entre países.

Tendo em mente o exposto acima e levando em consideração que pretendemos comparar os resultados, entre países, da razão K/Y agregada e por atividade, optamos por recalcular o estoque de capital utilizando a média, para os diversos países, de h por atividade. Estas médias estão disponíveis na base de dados da ISDB e apresentadas no Quadro I – Tempo de Sucateamento Médio[11] por Atividade e por Tipo de Bem, abaixo. O critério de classificação utiliza o primeiro nível de desagregação por atividade da OCDE[12] e comporta nove atividades industriais, duas atividades de serviços não-mercantis e o total. Portanto, temos onze atividades e o total que, por sua vez, são subdivididos por tipo de bens em: máquinas e equipamentos (M&EQP); e, bens de construção(CONST).

Quadro I – Tempo de Sucateamento Médio (h) por Atividade e por Tipo de Bem

atividade (a)	tipo de bem (i)	
	M&EQP	CONST
Industriais		
- agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR)	14	44
- indústria extrativa mineral (MIN)	17	35
- manufatura (MAN)	19	43
- eletricidade, gás e água (EGA)	23	48
- construção (CST)	13	43
- Comércio de atacado e varejo, restaurantes e hotéis (CRH)	16	49
- transporte, armazenamento e comunicação (TAC)	17	45
- instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF)	15	50
- serviços fornecidos à coletividade, serviços sociais e serviços prestados às pessoas (SSO)	17	56
Serviços não-mercantis		
- serviços da administração pública não-mercantis (SAP ^a)	17	59
- outros serviços não-mercantis (OUT ^b)	19	48
Total (TOT)	19	48

Nota: ^a Como o *h* da atividade SAP para todos os países não é fornecido pela ISDB, pressupomos como sendo a média de *h* desta atividade para os países onde elas são conhecidas.

^b Como *h* OUT não é fornecido pela ISDB, pressupomos igual a *h* do TOT. Na realidade, somente a Finlândia possui dados completos sobre esta atividade.

Calculado o estoque de capital, basta dividi-lo pelo produto correspondente, e estará determinada a razão capital/produto. A seguir descrevemos passo a passo o procedimento seguido para calcular a razão *K/Y* total, agregada e por atividade, levantando algumas dificuldades encontradas quanto à falta de dados e às soluções encontradas. Lembramos que, para o Brasil, será calculada apenas a razão *K/Y* total.

a) obteremos a taxa de depreciação adicional ($d=1/h$) para cada uma das atividades (a) e por tipo de bem (i) como o inverso do tempo de sucateamento médio (*h*), conforme Quadro I;

b) dividiremos o investimento - FBKF preços correntes[13] - pelo produto interno bruto a preços correntes (PIB) [14],

obtendo a porção do investimento por atividade no produto (FBKF/PIB).

Conforme demonstra a Equação (1) acima, o cálculo do estoque de capital é função do histórico dos investimentos passados, portanto, torna-se necessária uma série mais antiga dos investimentos para o cálculo do estoque de capital para os anos iniciais. Cabe esclarecer que consideramos, como ano inicial, o primeiro ano das séries da FBKF e do PIB fornecida pelo International Sectorial Database (ISDB) da OCDE para cada país.

Por exemplo, para o ano considerado como $t(0)$ no cálculo da razão capital/produto, necessitaremos do histórico dos investimentos passados, a partir de v anos anteriores ao t inicial, ou seja, isto representaria em média: para máquinas e equipamentos, investimentos realizados desde 24 anos antes de $t[15]$; e, para bens de construção, investimentos realizados 53 anos antes de t .

Completaremos o passado das séries fração do investimento total no PIB com as taxas de crescimento das séries fornecidas pelo Fundo Monetário Internacional – FMI (para os países da OCDE, excetuando os EUA), pelo Bureau of Economic Analysis (NBER) dos EUA (para os EUA) e por Hofman(1992) (para o Brasil), considerando constante e igual à média dos primeiros três anos (média de $t(0)$ a $t(2)$) a desagregação por atividade da fração do investimento total no PIB. Dependendo da série e do tipo de bem considerado, fazendo-se necessários dados anteriores ao primeiro ano[16] fornecido por estas fontes adicionais, supomos também constante e igual a média dos primeiros três anos conhecidos a fração do investimento total no PIB.

Lembramos que erros, no estoque de capital, da estimativa dos investimentos passados tornam-se progressivamente menores na medida em que o capital investido envelhece, tendo em vista que a porção deste capital no estoque vai diminuindo com o passar do tempo, ou seja, com a depreciação[17].

c) multiplicaremos, então, a %FBKF pelo PIB a preços de mercado de 1990[18] e acharemos o investimento por atividade a preço de mercado de 1990 (FBKF(1990)).

d) determinaremos, conforme descrito a seguir, a fração de máquinas e equipamentos (f) por atividade para cada país, bem como, por diferença, o seu complemento ($1-f$) - a fração de bens de construção. Considerando que a OCDE não nos fornece estas frações no investimento de cada atividade, basearemos nossos cálculos, em cada país, no tempo de sucateamento médio (h) por atividade e por tipo de bem, bem como no tempo de sucateamento médio total por atividade (h_a). Cabe destacar, que cada país terá sua fração de máquina e equipamentos para cada atividade[19]. Portanto, teremos:

$$f_1 h_{11} + (1 - f) h_{12} = h_1 \quad \Rightarrow \quad f_1 = \frac{h_1 - h_{12}}{h_{11} - h_{12}}$$

onde:

f_1 = fração de máquinas e equipamentos na atividade 1

h_{11} = tempo de sucateamento médio de máquinas e equipamentos na atividade 1

h_{12} = tempo de sucateamento médio de bens de construção na atividade 1

k_1 = tempo de sucateamento médio total da atividade

Esta estimativa desconsidera a variação entre a f e $(1-f)$ durante o período considerado, pois é calculada com base nos tempos de sucateamento fornecidos que não variam no tempo. Este procedimento não será necessário para o Brasil, tendo em vista que a série de investimento (FBKF[20]) divulgada nas Contas Nacionais (CN) pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza a porção de investimento por tipo de bem para o período de 1947 a 1999.

e) estimaremos o estoque de capital para cada ano (Equação I), com base no investimento por atividade e por tipo de bem e da sua respectiva taxa de depreciação determinada no item a). Lembramos que o estoque de capital por atividade, é obtido somando o estoque de capital para máquinas e equipamentos e para bens de construção em cada atividade.

f) calcularemos a porcentagem do PIB para cada atividade em valores correntes e multiplicaremos pelo PIB total (a preços de 1990), achando o PIB por atividade (a preços de 1990), da mesma forma utilizada para calcular o investimento por atividade (a preços de 1990), no item b) e c); e,

g) por fim, estimaremos a razão K/Y por atividade, dividindo o estoque de cada atividade (a preços de 1990), item e), pelo seu PIB (a preços de 1990), item f) e a razão K/Y agregada, que corresponde à soma dos estoques por atividade dividida pela soma dos PIB por atividade. Para o Brasil, a única razão calculada é a total, que é a soma dos estoques estimados para máquinas e equipamentos e para bens de construção, dividida pelo PIB (a preços de 1990).

II.2 - Cálculo do Efeito Conteúdo e Estrutura

Na Seção IV, será examinada a variação da razão capital/produto por país, analisando o peso das mudanças de estrutura e de conteúdo, conforme descrição e procedimento abaixo explicitados.

Uma alteração no comportamento da razão K/Y pode ser dividida em dois efeitos: a) o efeito "estrutura", que se deve à re-alocação de recursos entre atividades, modificando a razão K/Y total ao concentrar o produto em atividades com níveis de intensidade de capital diferentes; e, b) o efeito "conteúdo", resultado da evolução da razão capital/produto em cada atividade.

Logo, partindo de:

$$\frac{K_t}{Y_t} = \frac{K_{1t} + K_{2t} + \dots + K_{at}}{Y_t}$$

onde:

K_{at} = estoque capital da atividade a no período t

podemos escrever a razão capital/produto agregada como a média ponderada das razões capital/produto por atividade, sendo os pesos dados pela participação de cada atividade no produto total.

$$\frac{K_t}{Y_t} = \frac{K_{1t}}{Y_{1t}} \cdot \frac{Y_{1t}}{Y_t} + \frac{K_{2t}}{Y_{2t}} \cdot \frac{Y_{2t}}{Y_t} + \dots + \frac{K_{nt}}{Y_{nt}} \cdot \frac{Y_{nt}}{Y_t}$$

Fazendo:

$$v_a = K_{at} / Y_{at} = \text{razão capital/produto da atividade } a \text{ no período } t$$

$$e_a = Y_{at} / Y_t = \text{participação do produto da atividade } a \text{ no produto total}$$

temos:

$$v_t = v_{1t} \cdot e_{1t} + v_{2t} \cdot e_{2t} + \dots + v_{nt} \cdot e_{nt} \quad (2)$$

Calculando a variação de cada termo, temos:

$$v_t + \Delta v_t = (v_{1t} + \Delta v_{1t}) \cdot (e_{1t} + \Delta e_{1t}) + (v_{2t} + \Delta v_{2t}) \cdot (e_{2t} + \Delta e_{2t}) + \dots + (v_{nt} + \Delta v_{nt}) \cdot (e_{nt} + \Delta e_{nt})$$

$$v_t + \Delta v_t = v_{1t} \cdot e_{1t} + \Delta v_{1t} \cdot e_{1t} + \Delta e_{1t} \cdot v_{1t} + \Delta v_{1t} \cdot \Delta e_{1t} + v_{2t} \cdot e_{2t} + \Delta v_{2t} \cdot e_{2t} + \Delta e_{2t} \cdot v_{2t} + \Delta v_{2t} \cdot \Delta e_{2t} + \dots + v_{nt} \cdot e_{nt} + \Delta v_{nt} \cdot e_{nt} + \Delta e_{nt} \cdot v_{nt} + \Delta v_{nt} \cdot \Delta e_{nt}$$

Como $v_t = \sum_{a=1}^n v_{at} e_{at}$ encontramos:

$$\Delta v_t = \sum_{a=1}^n \Delta v_{at} e_{at} + \sum_{a=1}^n v_{at} \Delta e_{at} + \sum_{a=1}^n \Delta v_{at} \Delta e_{at}$$

A expressão acima permite, finalmente, decompor a variação da razão agregada capital/produto em três partes:

$$\text{Efeito estrutura} = \sum_{a=1}^n v_{at} \Delta e_{at} \quad (3) \quad \text{efeito conteúdo} = \sum_{a=1}^n \Delta v_{at} e_{at} \quad (4)$$

$$\text{Resíduo} = \sum_{a=1}^n \Delta v_{at} \Delta e_{at} \quad (5)$$

Esta metodologia nos permitirá verificar a contribuição da variação das razões K/Y por atividade e da re-alocação de recursos na determinação do comportamento da razão K/Y agregada. Poderemos então verificar, por exemplo, se a intensidade e a evolução do capital para cada atividade, confirmam ou não a hipótese de que o desenvolvimento poupa trabalho e intensifica a necessidade de capital.

Cabe mencionar que os efeitos estrutura e conteúdo serão calculados sobre as séries v e e ajustadas por um processo de média móvel centrada em cinco anos. A equação, abaixo, exemplifica este procedimento para v , onde a razão capital/produto no ano t (v_t) é igual à média das razões no período que compreende dois anos antes de t e dois anos posteriores a t .

$$v_t = \frac{\sum_{i=-2}^2 v_{t+i}}{5}$$

O ajuste tornou-se necessário para suavizar, na série originalmente calculada, as variações conjunturais decorrentes por exemplo de retrações e expansões do produto ao longo de sua tendência.

III – Razão Capital/Produto no Brasil e nos Países da OCDE

Analizamos as razões K/Y de doze países, cujos dados são disponibilizados pela International Sectorial Data Base (ISDB) [21] da OCDE: Austrália, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos da América, Finlândia, França, Inglaterra, Itália, Japão, Noruega e Suécia. Cabe mencionar que a ISDB excluiu alguns países, como a Espanha e a Áustria, por falta de uma base de dados detalhada para eles.

Conforme proposta acima apresentada para este estudo, calculamos a razão capital/produto para a economia como um todo no Brasil. Como exercício, bem como para melhor visualização do comportamento médio ponderado, determinamos as razões K/Y da OCDE como sendo a soma (após a conversão das séries para uma mesma moeda[22]) dos estoques de capital de cada país dividida pela soma de seus respectivos produtos[23].

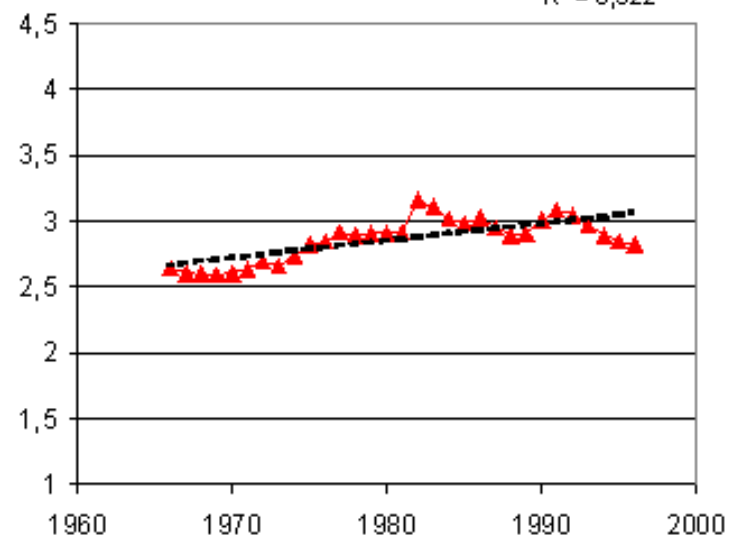
Estimamos, portanto, a razão capital/produto agregada e a razão K/Y do total (TOT) para cada país. As duas séries diferem na forma de cálculo: a razão agregada, por ser resultado da soma dos estoques de capital por atividade dividida pela soma dos produtos por atividade, usa diferentes tempos de sucateamento médio por atividade; enquanto a razão do total por advir da divisão do estoque do capital total dividido pelo produto total, usa apenas o tempo de sucateamento médio do total.

As razões K/Y agregada e do total são similares em nível, na tendência e nos ciclos, por isto optamos por apresentar, abaixo, a razão K/Y do total (TOT), bem como tendência logarítmica ajustada a essa última.

K/Y do Total (TOT) na Austrália

$$y = 25,896\ln(x) - 193,73$$

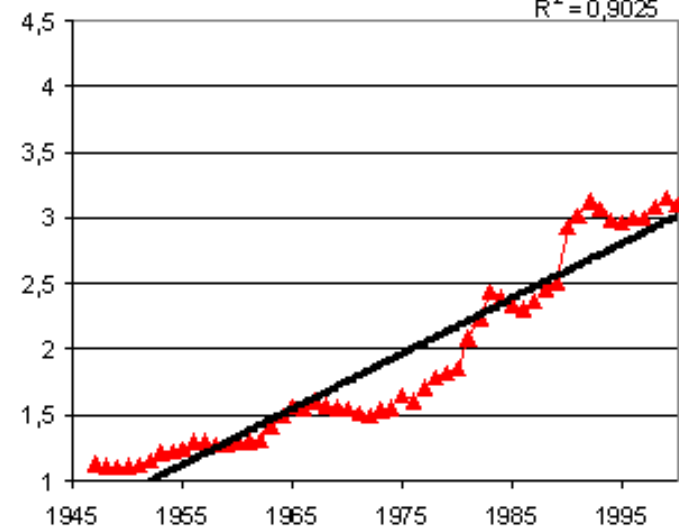
$$R^2 = 0,522$$

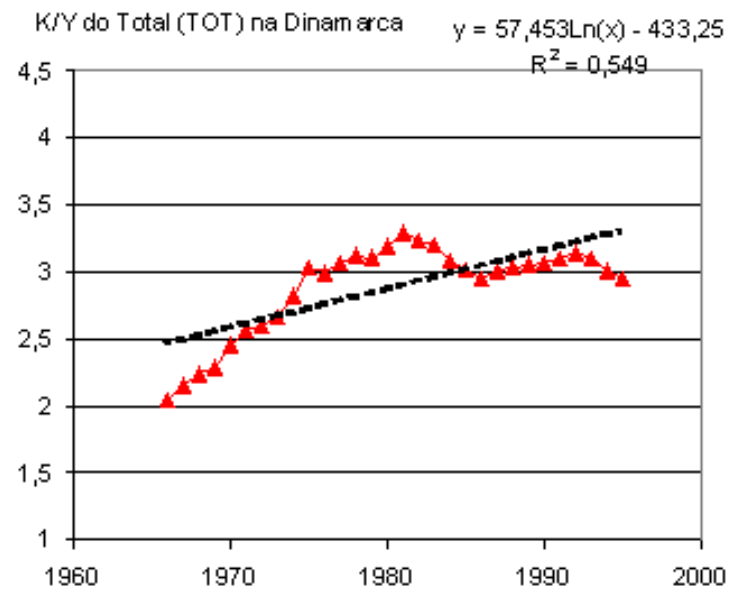
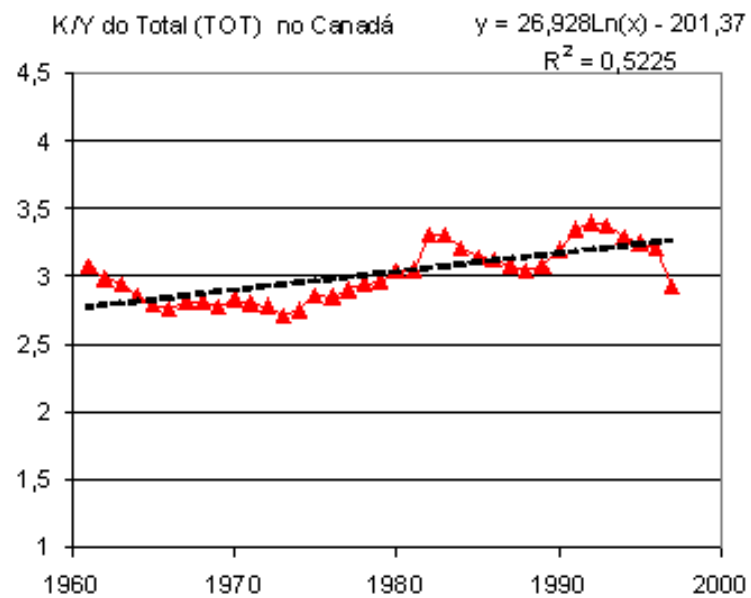


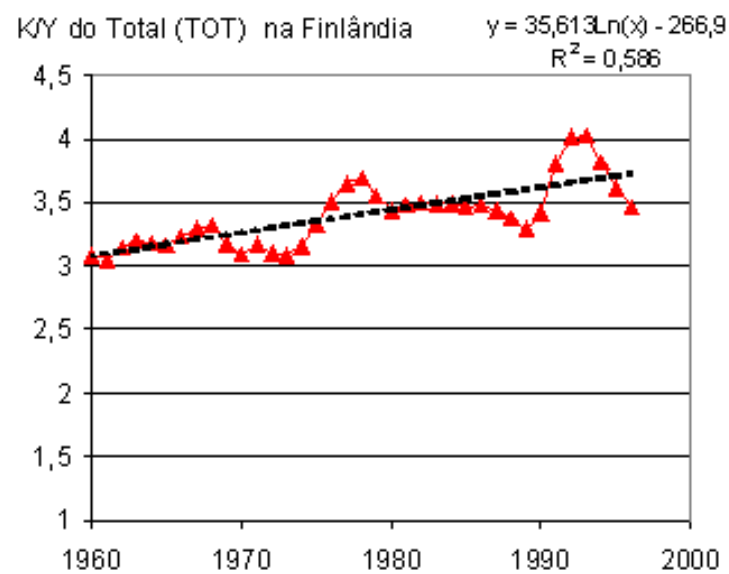
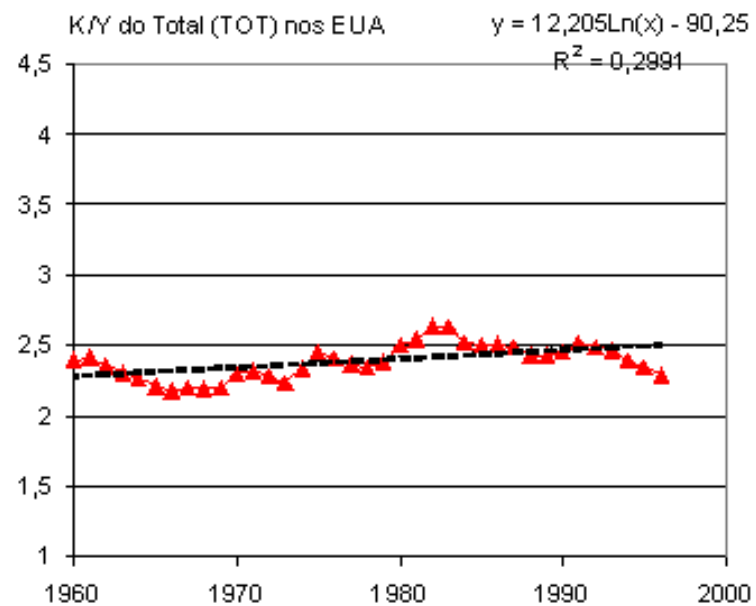
K/Y no Brasil

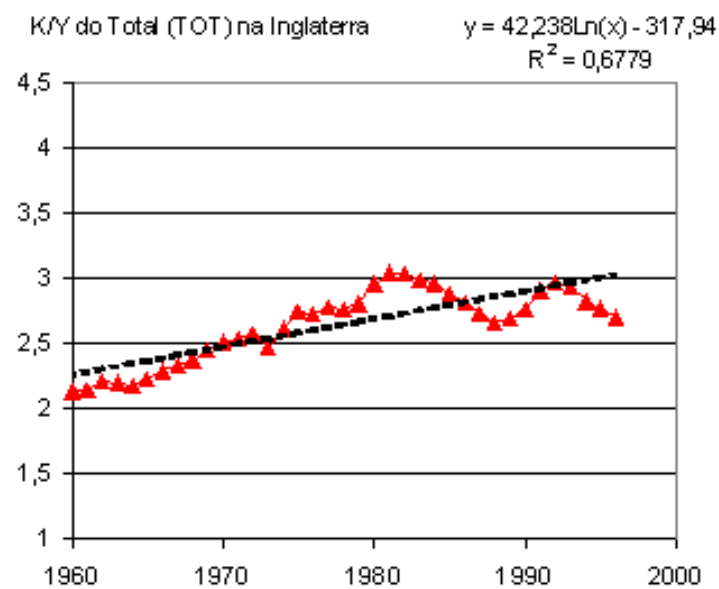
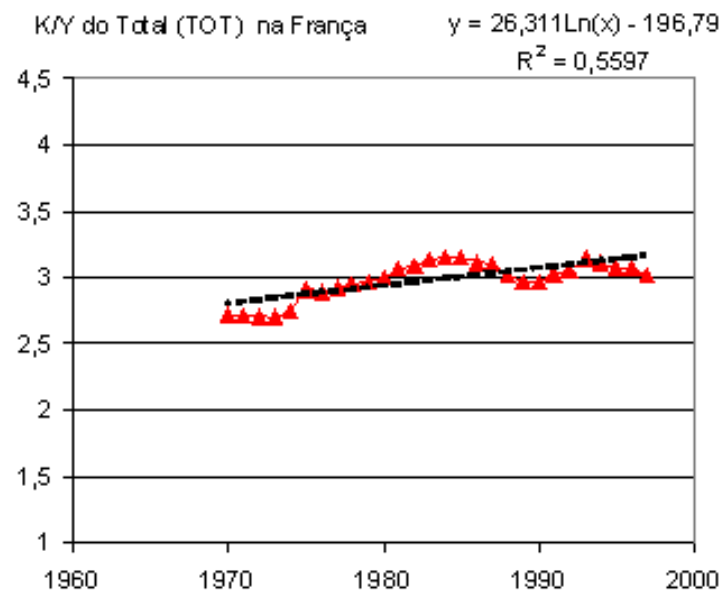
$$y = 83,093\ln(x) - 628,57$$

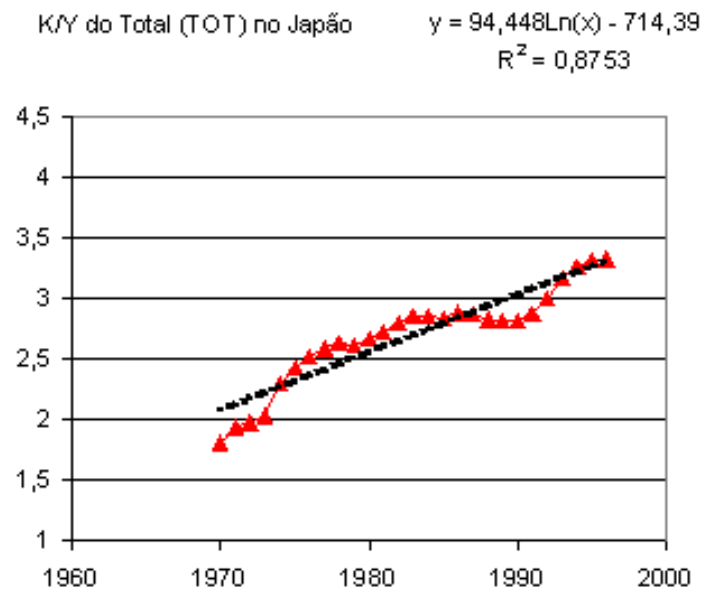
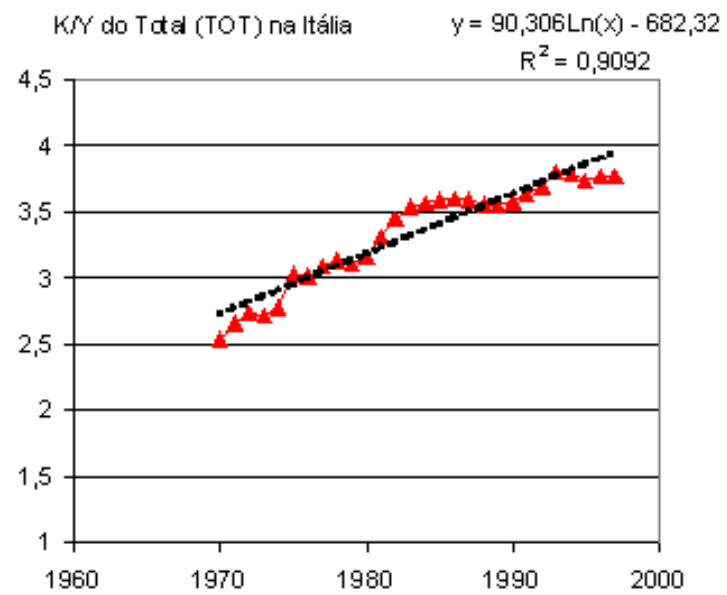
$$R^2 = 0,9025$$

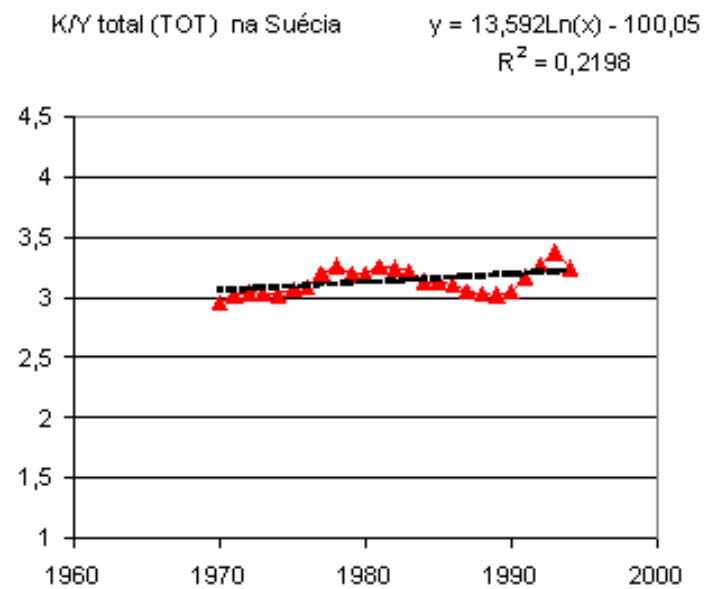
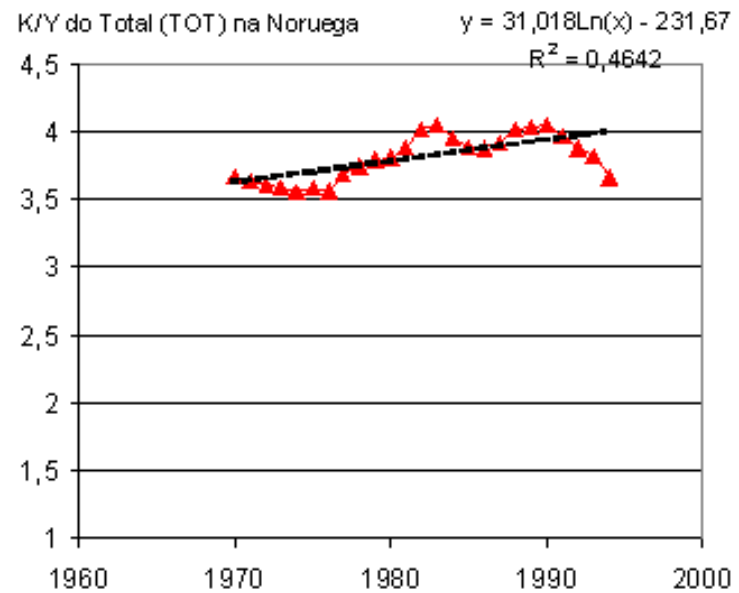


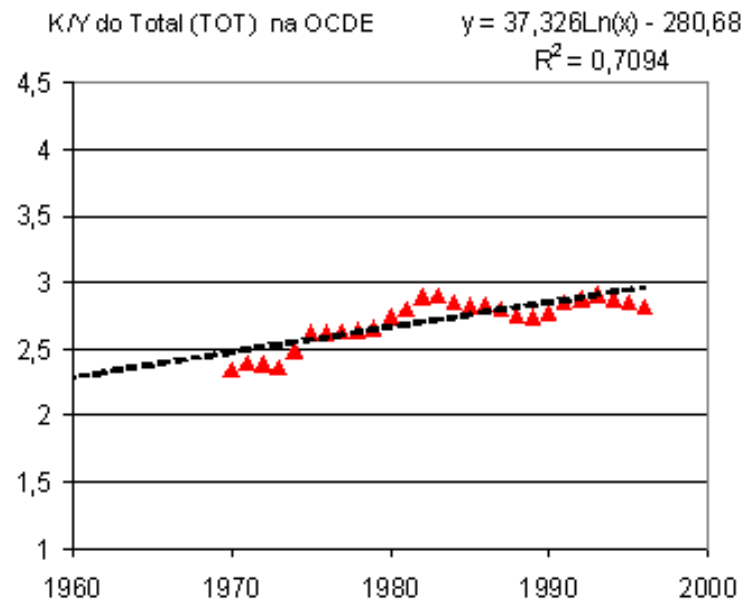








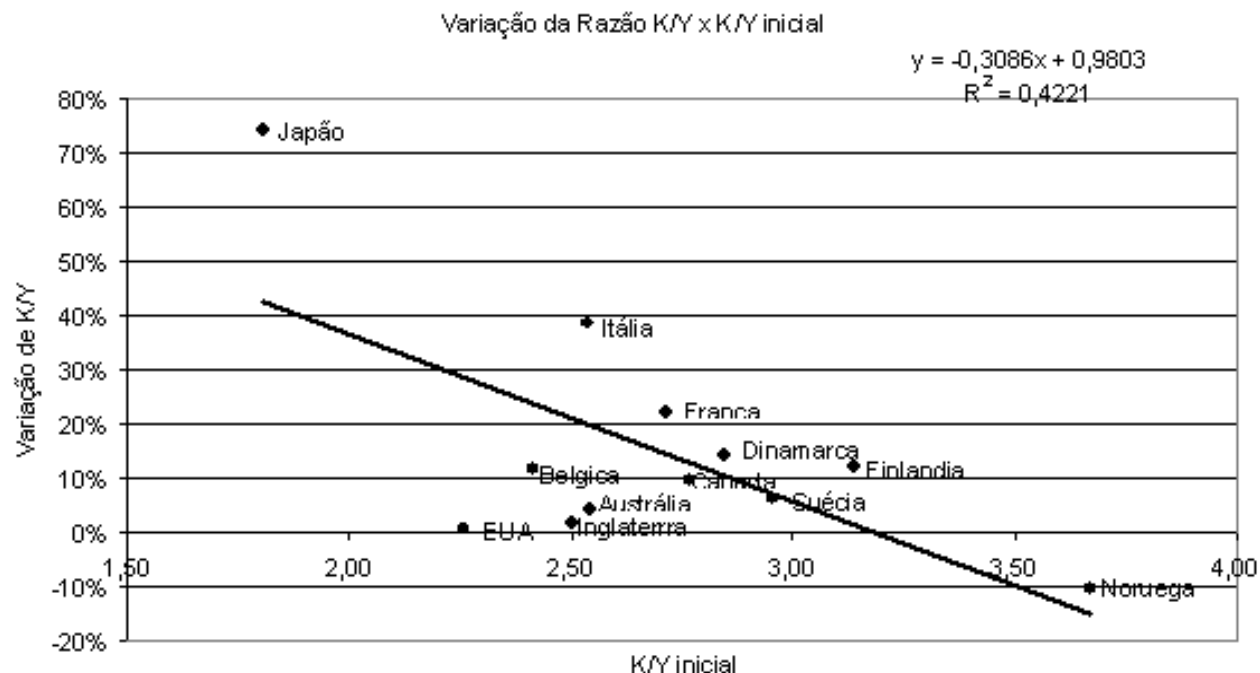




Podemos notar uma razão capital/produto com tendência ascendente, com diferentes inclinações, em todos os países analisados. Dos países com maior tendência crescente, destacamos Brasil, Dinamarca, Inglaterra, Itália e Japão. Notamos que todos possuem uma razão, na década de 70, menor ou igual a que 2,5.

Dentre os países com tendência crescente menos acentuada estão Austrália, Bélgica, Canadá, EUA, França, Noruega e Suécia. Parece interessante observar que os EUA e a Bélgica encontram-se singularmente num nível inferior a 2,5 em 1970. Quanto aos outros, temos Noruega e Suécia com razões iguais ou superiores a 3 e Austrália, Canadá e França com razões próximas entre 2,5 e 3.

Além da tendência ao crescimento da razão capital/produto, os dados indicam que aqueles países com razões mais baixas tendem a ter um crescimento mais acelerado, enquanto aqueles com razões maiores tendem a ter um crescimento mais lento. A relação entre o nível da razão inicial e sua taxa de crescimento, veja Figura mostrou-se negativa com coeficiente, estatisticamente significante, de $-0,31$ (o coeficiente de determinação aumenta de 0,42 para 0,57, quando retiramos os EUA). O comportamento convergente entre as razões capital/produto dos países ocorre em torno do nível médio, três (veja Quadro II).



Esta convergência poderia ser explicada pela disseminação tecnológica, função direta da abertura comercial, que aumenta o acesso a tecnologias intensivas em capital geradas em países onde este fator é abundante - países desenvolvidos. Particularmente para os países da OCDE, com a formação de blocos regionais, a convergência poderia ocorrer por causa do aumento na semelhança existente entre estas economias e, conseqüentemente, sobre a pauta de bens e serviços produzidos.

Notamos que a maioria (dez) dos países analisados tinha uma razão K/Y entre 2,5 e 3,5 em 1996, destacando-se a Noruega e a Itália por apresentarem razões entre 3,5 e 4 e os EUA por terem razões abaixo de 2,5. Observamos, ainda, uma retração na inclinação da razão K/Y, na maioria dos países, na década de 80, acentuada no final da primeira metade da década de 90. A maior queda razão após a recessão de 1992, coincidiu com um período de aceleração do crescimento do produto na economia como um todo.

Conforme mencionado anteriormente, no Brasil, podemos verificar uma tendência fortemente crescente da razão K/Y. Este comportamento ascendente apresenta, contudo, períodos de estagnação. A primeira queda no crescimento da razão, quando esta permanece praticamente constante, acontece no período após golpe militar, até a primeira crise do petróleo. De 1974 a 1982, a tendência da razão volta a ser fortemente crescente, sofrendo nova quebra, no período posterior ao choque de juros, quando chega a cair. Retorna novamente a se elevar em 1987 até que, no início da década de 90, época de retração mundial, ela volta a ter um comportamento constante, retornando a crescer após meados da década de 90.

Quanto à razão K/Y na OCDE, seu comportamento confirma a tendência crescente da razão K/Y, bem como o arrefecimento desta tendência a partir da década de 80. Como a razão nos EUA (com nível e tendência crescente, relativamente, inferiores aos da maioria dos países) tem um maior peso (aproximadamente 40%) no cálculo da razão K/Y na OCDE, notamos, conseqüentemente, que o nível da razão na OCDE é menor que a média aritmética e semelhante à média ponderada (veja Quadro II).

IV – Razão Capital/Produto por Atividade

No Quadro II a seguir, mostramos, para os anos de 1970 e 1994[24], a média[25] aritmética das razões K/Y

por atividade, os desvios padrões da razão em cada país em torno da média aritmética por atividade, a média ponderada pela participação das atividades no produto da OCDE, e, ainda, as variações percentuais das médias entre estes dois anos.

Apresentamos as atividades por ordem decrescente da média aritmética das razões K/Y em 1970, afóra as razões do total e agregada que colocamos nas duas últimas colunas. Notamos que as variáveis com as maiores médias nesse ano: eletricidade, gás e água (EGA), instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF) e serviços da administração pública não-mercantis (SAP); foram justamente as que apresentaram as menores variações. Duas delas EGA e INF foram as únicas que diminuíram no tempo.

Quadro II – Médias das Razões Capital/Produto por Atividade[26]

	eletricidade, gás e água (EGA)	Instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF)	serviços da administração pública não-mercantis (SAP)	transporte, armazenamento e comunicação (TAC)	indústria extrativa mineral (MIN)	agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR)
M.Aritmética(1970)	7,2	5,3	3,8	3,3	2,7	2,6
M.Aritmética(1994)	6,9	4,5	3,9	4,0	4,5	4,7
Variação	-4%	-14%	3%	21%	70%	83%
D. Padrão (1970)	3,6	1,0	2,1	0,9	1,5	0,9
D.Padrão (1994)	1,9	1,1	2,6	0,8	1,9	1,3
M.Ponderada (1970)	5,4	4,3	3,1	2,9	3,6	2,5
M.Ponderada (1994)	5,7	3,7	3,8	3,6	6,1	5,0
Variação	6%	-14%	23%	26%	70%	103%
	manufatura (MAN)	serviços fornecidos à coletividade, serviços sociais e serviços prestados às pessoas (SSO)	Comércio de atacado e varejo, restaurantes e hotéis (CRH)	construção (CST)	total (TET)	agregada
M.Aritmética(1970)	1,7	1,7	1,2	0,6	2,7	2,6
M.Aritmética(1994)	2,4	1,9	1,6	1,0	3,2	3,1

Varição	41%	17%	38%	70%	20%	20%
D. Padrão (1970)	0,3	1,0	0,5	0,2	0,5	0,5
D. Padrão (1994)	0,5	1,0	0,6	0,4	0,4	0,4
M. Ponderada (1970)	1,5	0,8	0,8	0,6	2,3	2,3
M. Ponderada (1994)	2,3	1,2	1,0	0,9	2,8	2,8
Varição	50%	50%	31%	45%	21%	21%

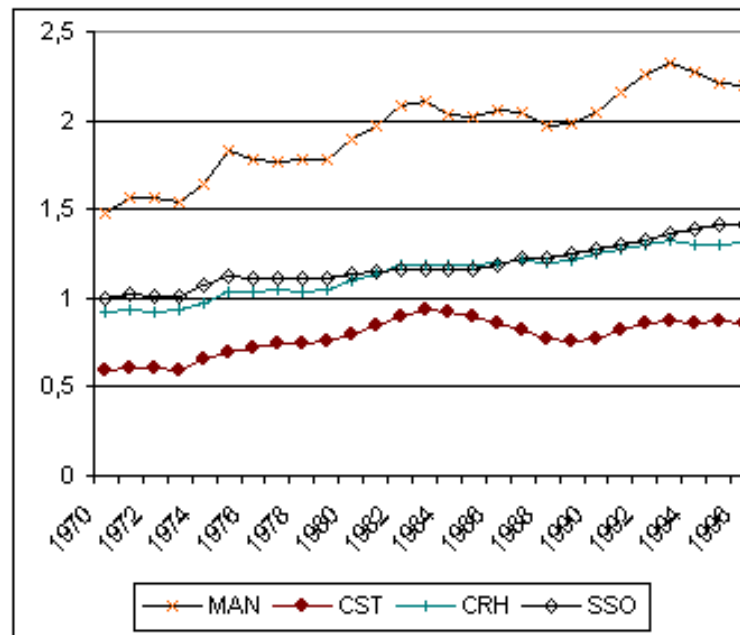
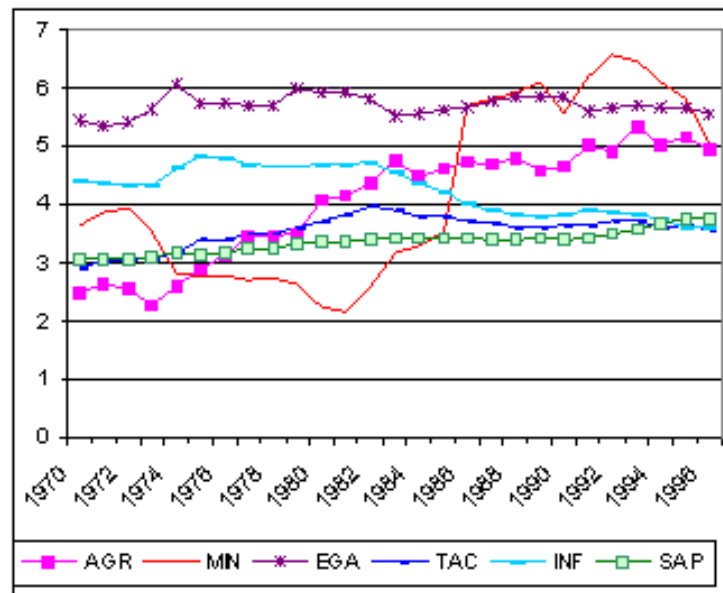
As médias das razões K/Y com maior crescimento foram, em ordem decrescente, as das atividades: agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR), indústria extrativa mineral (MIN) e construção (CST). Esta última atividade é a que apresenta menor média, ponderada e aritmética. Analisando o desvio padrão das razões por atividade para cada país em torno da média, as razões com maior desvio foram as das atividades: indústria extrativa mineral (MIN), eletricidade, gás e água (EGA) e serviços da administração pública não-mercantis (SAP).

O alto desvio da razão na atividade SAP pode ser explicado pelas séries da Austrália e do Japão. Em 1970, a Austrália se sobressai, pelo elevado nível da razão, 9,7, para uma média aritmética de 3,8, enquanto que, em 1994, são dois os países com o nível muito acima da média de 3,9, Austrália e o Japão, ambos com razões de 9,4. Cabe enfatizar aqui que o valor elevado da razão na Austrália se deve ao fato desta atividade, diferentemente do que ocorre nos outros países, só incorporar serviços da administração pública e de defesa, não incluindo por exemplo saúde, educação, cultura e outros.

As razões capital/produto por atividade apresentam níveis e tendências dispares entre os países. No entanto, podemos verificar algumas características semelhantes, como por exemplo, as tendências das razões referentes à agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR), manufatura (MAN), construção (CST) e comércio de atacado e varejo, restaurantes e hotéis (CRH) que são crescentes em quase todos os países.

Particularmente, na AGR, onde a tendência ascendente é mais acentuada, distinguimos, no final do período, o nível elevado da razão em dois países, Itália e Japão. Na CST, três países se destacam por terem razões elevadas a Dinamarca, a França, a Itália e temos, em quase todos os países, um ciclo positivo que se inicia no começo da década de 80, coincidentemente, com o aumento da taxa de juros e se reverte em meados da década de 80, quando da queda da taxa de juros. Na atividade CRH, destacamos o alto nível da razão na Finlândia e na Noruega. Nos gráficos abaixo, confirmamos a tendência ao crescimento da razão nas atividades AGR, MAN, CST e CRH na OCDE.

Razão Capital/Produto por Atividade na OCDE



Conforme visto anteriormente, a razão K/Y na indústria extrativa mineral (MIN) tem grandes variações positivas e grande dispersão entre os países. A tendência crescente desta série não é comportada, destacamos, como característica da maioria dos países, a elevação acima da tendência da razão em meados da década de 80 e uma queda nos últimos anos. Ressaltamos também grandes ciclos do início da década de 70 ao início da de 80 (Dinamarca, Suécia e Inglaterra - ciclos positivos, e Austrália e Noruega - ciclos negativos). A razão para a França é, singularmente, baixa.

Como esta atividade inclui a extração de petróleo, os dados parecem indicar que os choques de petróleo, 1973 e

1979, causaram uma alteração no comportamento normal das razões em alguns países. É interessante observar ainda, quando da queda do preço de petróleo em 1986, a razão parece ter aumentado em vários países, em consequência da queda do valor do produto desta atividade (denominador da razão capital/produto). É bom lembrar que trabalhamos com a participação das atividades no produto e no investimento a preços correntes.

A série da razão K/Y na atividade MIN na OCDE segue de perto o comportamento da série nos EUA, uma vez que o peso do estoque de capital e do produto desse país em relação ao conjunto dos países analisados[27] é enorme, maior que 48%.

As atividades instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF) e eletricidade, gás e água (EGA) têm razões K/Y com tendência não crescente. Na EGA, destacamos a tendência decrescente da Inglaterra, Noruega e Suécia, e como exceção o comportamento crescente do Japão e da Dinamarca. Na INF, salientamos a existência de um ciclo positivo na maioria dos países da metade da década de 70 à metade da década de 80, quando da queda dos juros em 1986. O comportamento da razão na OCDE é semelhante para a atividade INF e praticamente constante para a atividade EGA, onde as tendências crescentes (no Japão e na Noruega) contribuíram para diminuir o peso do comportamento declinante mais acentuado nos países acima mencionados.

Nas séries da razão K/Y da atividade transporte, armazenamento e comunicação (TAC), o comportamento, para a maioria dos países, é crescente, com ciclo positivo acima da tendência pós choque de petróleo até meados da década de 80, tornando-se praticamente constante no restante do período. Ressaltamos a tendência decrescente na Finlândia. A série na OCDE segue o comportamento da maioria dos países nesta atividade.

Por outro lado, as atividades serviços fornecidos à coletividade, serviços sociais e serviços prestados às pessoas (SSO) não têm razão com tendência definida. Destacamos o comportamento crescente da razão na Dinamarca e no Japão, decrescente na Finlândia, no Canadá e nos EUA, e crescente até 1987 e decrescente até o final do período na Inglaterra. Conforme mencionado anteriormente (nota de rodapé 15), esta atividade, na Bélgica e na Itália, incorpora a atividade INF, mais especificadamente os negócios imobiliários e serviços prestados às empresas, que correspondem a noventa por cento do capital investido em INF. Como a maior razão capital/produto e a maior participação no produto (veja Quadro III na Seção V) é justamente da atividade INF, esta altera significativamente a razão e o comportamento da atividade SSO nestes países, por isto o comportamento crescente da razão na OCDE foi calculado retirando a Bélgica e a Itália.

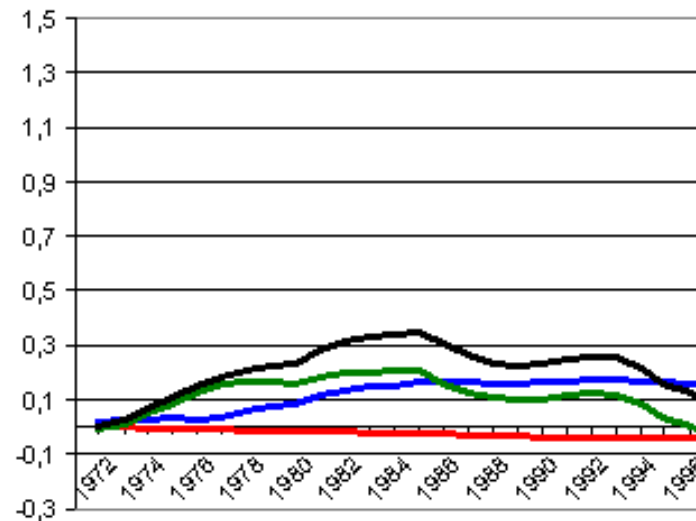
Finalmente, o comportamento da razão na atividade serviços da administração pública não-mercantis (SAP) é decrescente na maioria dos países, excetuando a França e o Japão, onde tem tendência com inclinação positiva. Lembramos que nesta atividade o nível é elevado em relação à média na Austrália e no Japão.

V – Efeito Estrutura e Conteúdo por Atividade

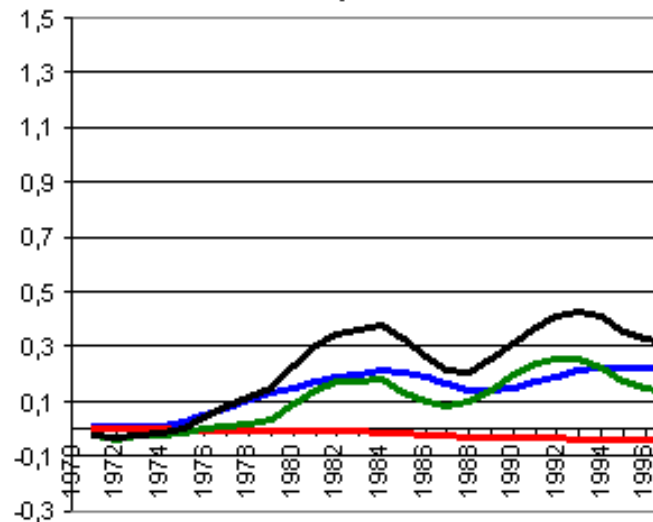
Os gráficos abaixo representam os efeitos estrutura e conteúdo e o resíduo, acumulados ano a ano, e a variação da razão K/Y (soma dos dois efeitos e do resíduo):

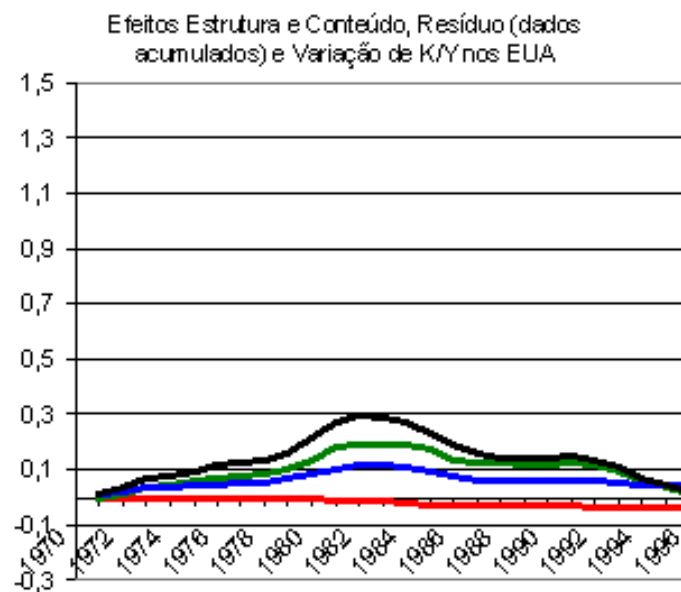
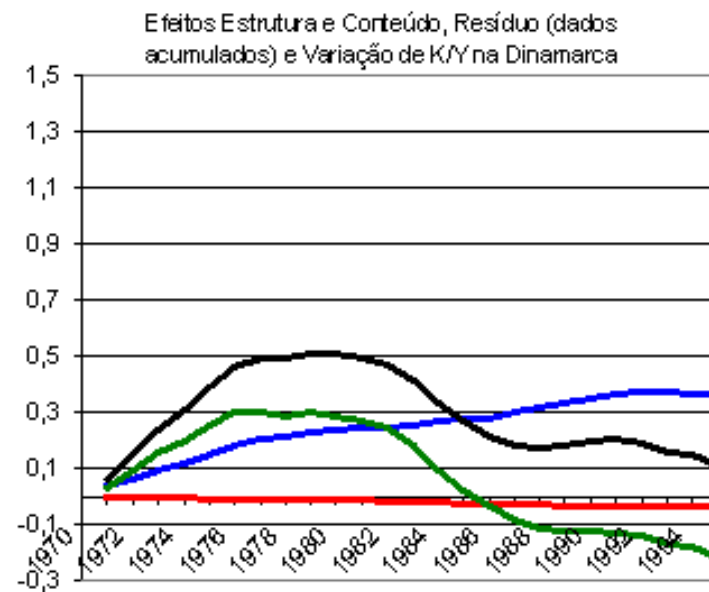


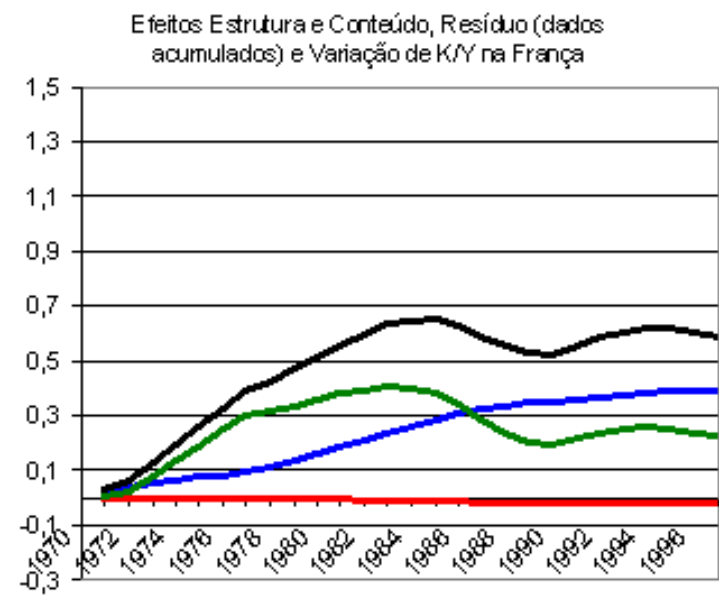
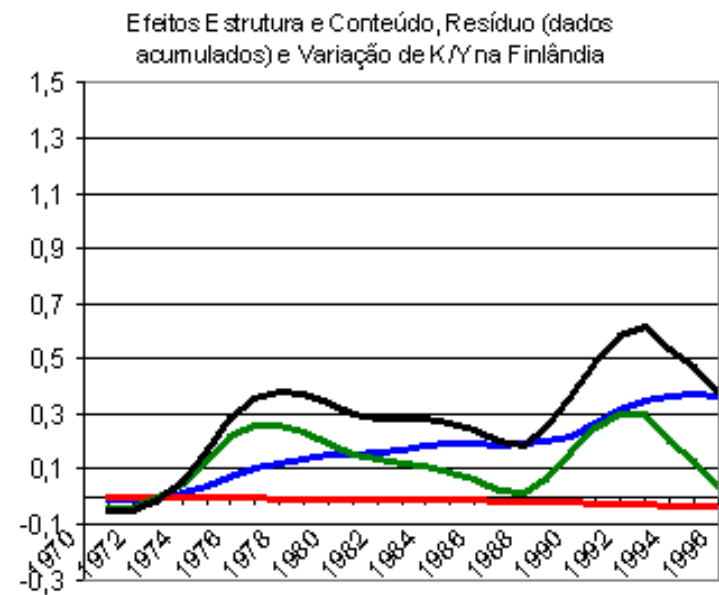
Efeitos Estrutura e Conteúdo, Resíduo (dados acumulados) e Variação de K/Y na Austrália

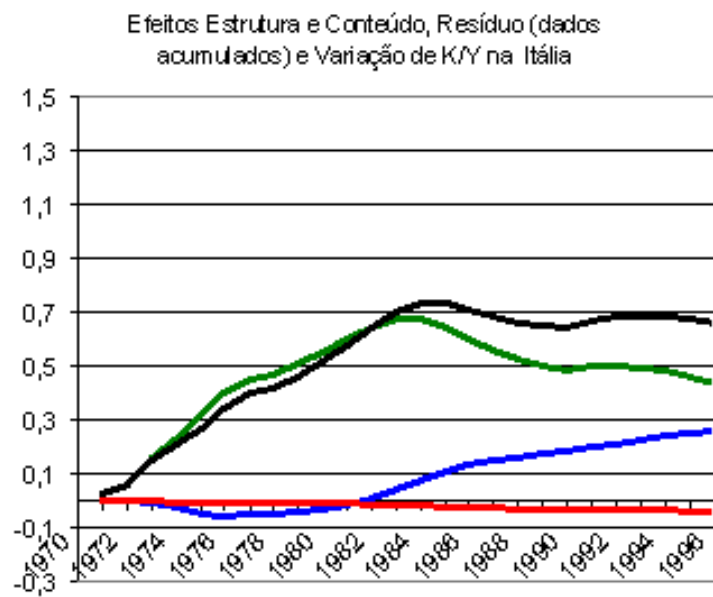
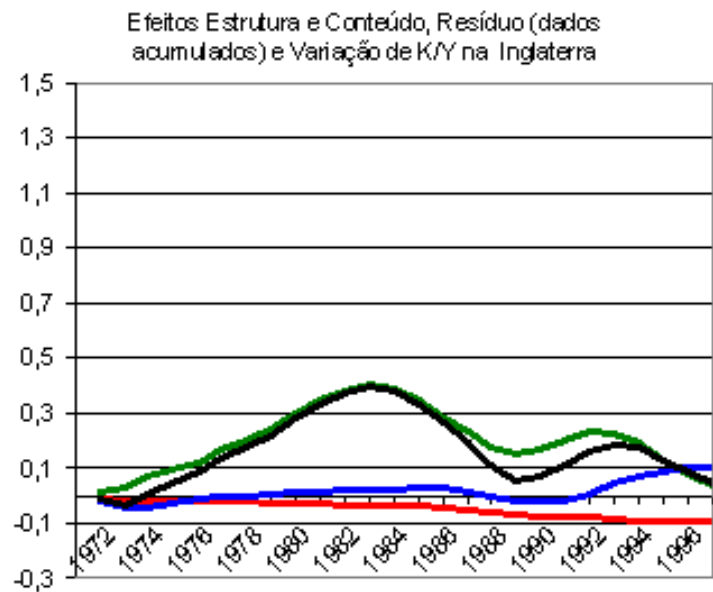


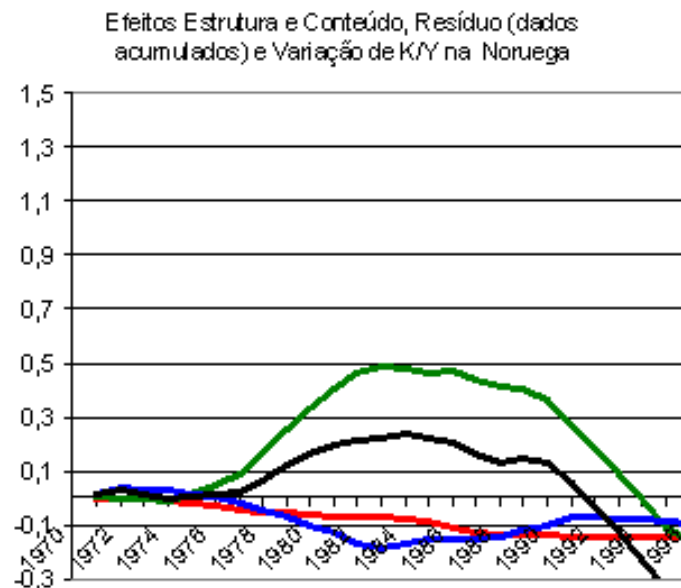
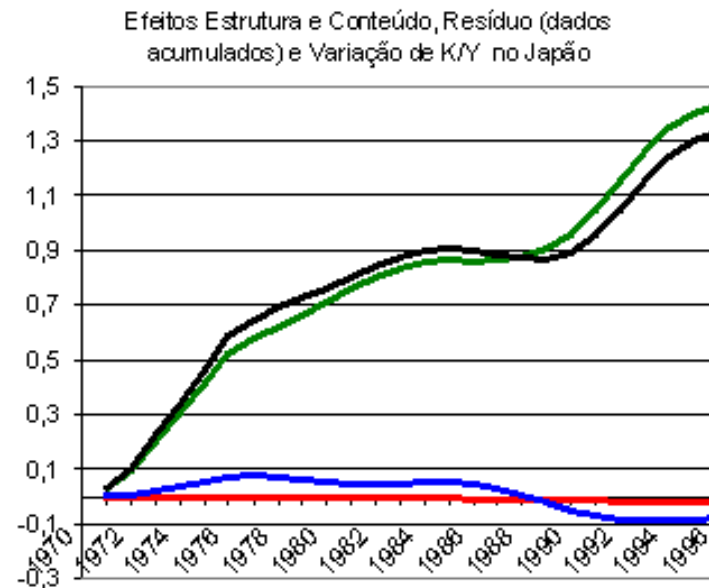
Efeitos Estrutura e Conteúdo, Resíduo (dados acumulados) e Variação de K/Y no Canadá

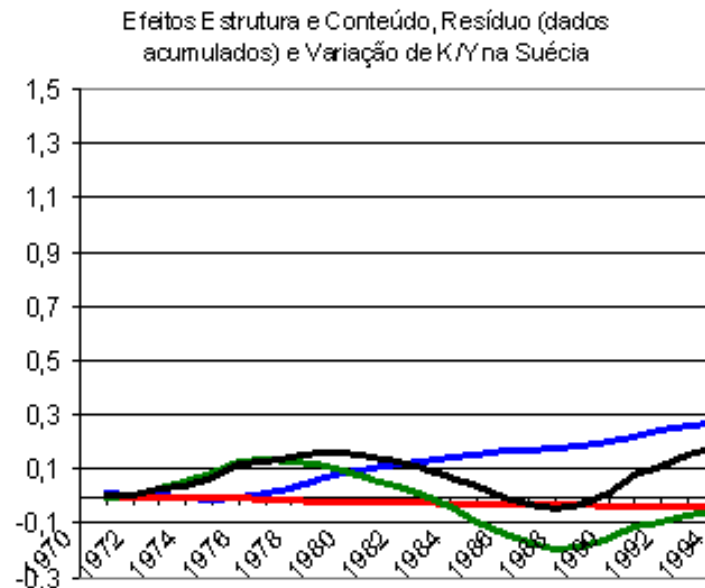












O efeito estrutura acumulado é positivo em nove países (Austrália, Bélgica, Canadá, Dinamarca, EUA, Finlândia, França, Itália e Suécia) e oscila entre positivo e negativo em três (Inglaterra, Japão e Noruega). O efeito conteúdo acumulado é positivo em nove países e oscilante em três (Dinamarca, Noruega e Suécia), a tendência positiva do efeito conteúdo, contudo, torna-se negativa após início da década de 80 com pequeno ciclo positivo no início da década de 90 na maioria dos países.

Na OCDE, como um todo, notamos que os dois efeitos acumulados são positivos, crescentes até 1984, e após esta data praticamente constantes (o efeito estrutura com pequena inclinação decrescente, e o efeito conteúdo oscilando entre decrescente e crescente). A variação da razão K/Y é crescente até meados dos anos 80, quando sua inclinação positiva cai, chegando a ficar negativa e depois voltar a crescer no final da década de 80, mantendo-se a partir do início da década de 90 até o final do período praticamente constante. Estes movimentos na variação da razão K/Y, seguem de perto o efeito conteúdo acumulado, o qual tem um peso maior que o efeito estrutura.

Como os efeitos, acumulados, estrutura e conteúdo são positivos na maioria dos países e na OCDE, no geral, o comportamento crescente da razão capital/produto é determinado pela combinação da re-alocação do produto em atividades mais intensivas em capital e pelo aumento da razão K/Y em algumas atividades. Para uma análise mais detalhada destes efeitos apresentamos, no Quadro III abaixo, a participação do produto de cada atividade[28] no PIB e o peso da razão de cada atividade, ponderada por sua participação no produto, na razão K/Y total.

Quadro III – Participação do PIB por Atividade no PIB (e_a) e

Peso de Cada Atividade na Razão K/Y ($\frac{e_a * v_a}{v}$) [29] na OCDE

	eletricidade, gás e água (EGA)	Instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF)	serviços da administração pública não- mercantis (SAP)	transporte, armazenamento e comunicação (TAC)	indústria extrativa mineral (MIN)	agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR)
M.Aritmética(1970)	7,2	5,3	3,8	3,3	2,7	2,6
M.Aritmética(1994)	6,9	4,5	3,9	4,0	4,5	4,7
Variação	-4%	-14%	3%	21%	70%	83%
D. Padrão (1970)	3,6	1,0	2,1	0,9	1,5	0,9
D.Padrão (1994)	1,9	1,1	2,6	0,8	1,9	1,3
M.Ponderada (1970)	5,4	4,3	3,1	2,9	3,6	2,5
M.Ponderada (1994)	5,7	3,7	3,8	3,6	6,1	5,0
Variação	6%	-14%	23%	26%	70%	103%

	manufatura (MAN)	Instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF)	Comércio de atacado e varejo, restaurantes e hotéis (CRH)	Serviços da administração pública não- mercantis (SAP)	Serviços fornecidos à coletividade, serviços sociais e serviços prestados às pessoas (SSO)
Participação no PIB(1970)	26,0%	15,8%	14,9%	11,9%	8,4%
Participação no PIB(1994)	20,1%	23,3%	15,1%	11,0%	11,5%
Variação na participação	-5,9%	7,5%	0,2%	-1,0%	3,1%
Peso na Razão K/Y (1970)	17,4%	31,5%	6,2%	16,7%	3,8%
Peso na Razão K/Y (1994)	16,8%	32,2%	7,3%	14,9%	5,9%

	transporte, armaze- namento e comunicação (TAC)	Construção (CST)	agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR)	eletricidade, gás e água (EGA)	indústria extrativa mineral (MIN)
Participação no PIB(1970)	7,1%	7,3%	4,1%	2,4%	1,8%
Participação no PIB(1994)	6,4%	5,8%	2,1%	2,7%	1,4%
Variação na participação	-0,7%	-1,5%	-2,1%	0,4	-0,2%
Peso na Razão K/Y (1970)	9,3%	2,0%	4,7%	5,8%	2,8%
Peso na Razão K/Y (1994)	8,5%	1,8%	3,8%	5,7%	3,1%

No quadro acima, o peso da razão capital/produto de cada atividade na razão total, demonstra claramente a importância da atividade INF, mais de 30%, das atividades MAN e SAP, ambas com mais de 15%.

Para analisar o efeito estrutura, nos deteremos às atividades com maior variação na participação no PIB (INF, MAN, SSO e AGR). A variação positiva na participação do produto da atividade INF e a variação negativa da MAN tiveram quase mesmo valor absoluto similar 7,5% e 6%, respectivamente. Observamos que, de 1970 a 1994, a atividade INF trocou de lugar com a MAN, deixando de representar a segunda atividade de maior participação do PIB e passando a ocupar o primeiro lugar, que antes pertencia à MAN.

Como o peso da mudança estrutural é dado pela razão capital/produto (veja Equação (3) na Subseção II.2), a modificação estrutural positiva suplanta a negativa, uma vez que a média ponderada[30] da razão K/Y da atividade INF é mais que o dobro da média da razão da MAN (veja Quadro II na Subseção IV). A este efeito estrutural positivo soma-se o aumento na participação da participação da atividade SSO no PIB de 3%, enquanto que a queda da participação da atividade AGR, de 2%, vem suavizar o aumento do efeito estrutural acumulado, à medida que o aumento na razão desta atividade, eleva o peso do efeito estrutural nesta atividade.

Distinguindo agora os efeitos por país, esclarecemos, a princípio, que o sentido das variações na participação no PIB nas atividades AGR, MAN, INF e SSO, é igual em todos os países[31]. Quanto aos valores absolutos semelhantes das mudanças na MAN e na INF, a variação positiva na INF foi significativamente maior na Dinamarca, na Finlândia e no Japão, e menor na Noruega.

Além destas quatro atividades, a CST, também, tem variação na participação no PIB com mesmo sentido (negativo) em todos os países, principalmente na Dinamarca, Finlândia e Itália, no entanto como esta é a atividade de menor peso não afeta muito o efeito estrutura total.

Quanto a diferenças entre os países, na re-alocação do produto por atividades, mencionamos a Dinamarca, a Finlândia, a França, a Noruega e a Suécia pelo aumento na participação da atividade SAP, cujo peso (razão K/Y) só perde em valor para atividades EGÁ e INF. O aumentando da participação no produto da atividade SAP tem o efeito positivo sobre o efeito estrutura acumulado nestes países (apesar da re-alocação do produto em outras atividades tornar o efeito estrutura negativo na Noruega).

No Japão, no Canadá e na Noruega, destacamos a queda na participação da atividade TAC e, especificadamente para o Japão, a queda na atividade SAP. O efeito destas mudanças re-alocativas diminui o efeito estrutura no Canadá, na Noruega e no Japão. Nestes dois últimos, o efeito estrutura acumulado passa a ser negativo, apesar de pequeno quando comparado ao efeito conteúdo. Estas mudanças de sentido do efeito estrutura se devem em grande parte à queda da participação das atividades SAP e TAC, cujas razões capital/produto têm níveis elevados.

Quanto ao efeito conteúdo acumulado na OCDE, analisaremos as atividades que mais sofreram modificação positiva na média ponderada da razão K/Y (veja Quadro II da Seção III), ou seja, AGR, MIN, MAN, bem como a atividade INF que obteve a maior variação negativa. O peso da mudança no conteúdo é dado, conforme Equação (4) na Subseção II.2, pela participação da atividade no PIB. Notamos, portanto, que as variações positivas nas médias das razões K/Y da AGR e da MAN são amortecidas na medida em que a participação cai ao longo do período, de 4,1% para 2,1% na AGR e de 26% para 20,1% na MAN.

A atividade MIM, por sua vez, tem baixa participação no PIB, portanto a variação da sua razão, apesar de significativa, tem seu efeito limitado na razão K/Y total, peso de 3% em 1970 para 3,9% em 1994. Lembramos que a razão K/Y possui uma quebra na tendência em meados da década de 80, quando ela praticamente duplica de valor. Ressaltamos que, apesar da alta variação na razão K/Y da atividade construção (CST), 70%, não nos deteremos em sua análise, levando em consideração o pequeno valor absoluto da variação da razão na CST, 0,3, uma vez que possui a menor razão capital/ produto média entre as atividades. O peso desta atividade na determinação da razão capital/produto agregada não somente é o menor como também caiu de 2% para 1,8%, veja Quadro III.

No que concerne à queda na razão capital/produto da atividade INF (14% em média), destacamos que como o peso no efeito conteúdo, dado pela participação desta atividade no produto é grande, 15,8% em 1970 e 23,3% em 1994, bem como é grande o valor absoluto da variação 0,8, esta atividade alterará significativamente para baixo o efeito conteúdo, principalmente após a queda dos juros em 1986. Lembramos o choque positivo na razão K/Y desta atividade em meados da década de 70 até 1986, quando o efeito conteúdo, fugindo da tendência, torna-se positivo em vários países.

O efeito o conteúdo procura mostrar o peso da variação nas razões capital/produto por atividade no computo da razão capital/produto total. Dos países com efeito conteúdo agregado positivo (Austrália, Bélgica, Canadá, Dinamarca, EUA, França, Finlândia, Inglaterra, Itália e Japão), confirmamos o aumento na razão capital/produto positivo das atividades AGR, MAN e MIN[32], restringido pela queda do peso no efeito conteúdo, dado pela queda na participação do PIB nas atividades AGR e MAN, e pela baixa participação no PIB da atividade MIN. Bem como o efeito conteúdo negativo e de alto peso da atividade INF (à exceção do Japão que possui tendência ligeiramente crescente nesta atividade), mas

com ciclo positivo da metade da década de 70 terminando em 1986.

A Itália, juntamente, com o Japão se destacam pelo efeito conteúdo acumulado elevado, sendo o do Japão sempre crescente. O efeito conteúdo é reforçado, na Itália, pelo aumento da razão capital/produto na atividade TAC e, no Japão, pelo aumento nas razões EGA, TAC, SSO e SAP. Lembramos que, apesar da queda da participação no produto da atividade SAP no Japão, a razão capital/produto da atividade ficou muito acima da média no final do período, de tal modo que o peso desta atividade na determinação da razão capital/produto cresceu de 19% para 21% no Japão.

Dos países com efeito conteúdo acumulado oscilante (Dinamarca, Noruega e Suécia), notamos que o efeito conteúdo é crescente a partir de 1973 até meados da década de 80, quando torna-se decrescente. Na Noruega, atentamos para as razões capital/produto neste país que apresentam ciclo positivo neste período, TAC, INF e MAN, que suplantam o ciclo negativo que ocorre neste país à mesma época na atividade MIN. No final do período, a atividade TAC e MIN, trocam de peso na determinação da razão capital/produto, com razões semelhantes, mas com participação crescente de MIN e decrescente de TAC. Finalmente, na Suécia, observamos um elevado ciclo positivo na MIN no período e uma queda na razão K/Y da atividade EGA, de 13,6 para 8,6.

VI - Conclusões

As razões capital/produto dos países membros da OCDE, bem como para o Brasil, mostraram tendência positiva. A relação inversa entre o nível inicial e o crescimento da razão, sugere um comportamento convergente que se daria em torno do nível médio de 3. Notamos, ainda, um arrefecimento da tendência crescente a partir da década de 80 na maioria dos países e uma maior queda da razão após a recessão de 1992, coincidindo, com a aceleração do crescimento do produto.

Das razões capital/produto por atividade, aquelas com maior nível inicial, eletricidade, gás e água (EGA) e instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados às empresas (INF), apresentaram decréscimo, enquanto todas as outras mostraram comportamento médio, entre os países, crescente. A evolução das razões K/Y por atividade mostrou-se, como é natural, mais sujeita a choques. Destacamos as tendências crescentes apresentadas nas atividades agricultura, caça, silvicultura e pesca (AGR), indústria extrativa mineral (MIN), manufatura (MAN) e construção (CST). As séries das razões apresentam: a) maior inclinação positiva na AGR; b) grandes ciclos (determinados pelos choques de petróleo e pela queda do preço deste produto em 1986) na atividade de MIN, como também na de transporte, armazenamento e comunicação (TAC); e, c) menor nível na CST. Ressaltamos ainda, na atividade INF, que apesar da tendência decrescente da razão capital/produto, ela é marcada por um ciclo positivo, que começa na metade da década de 70 e acaba por volta de 1986, quando da queda dos juros a nível mundial.

As razões capital/produto das atividades INF, SAP e manufatura (MAN) são responsáveis por de mais de 50% da determinação da razão capital/produto, não só pela grande participação destas atividades no produto, mas também pelo nível de sua razão. Verificamos que a participação da atividade MAN no produto vem caindo, sendo que o produto está sendo alocado em uma atividade mais intensiva em capital, a INF.

O efeito estrutura - re-alocação do produto em setores mais ou menos intensivos em capital - acumulado no período mostrou-se predominantemente positivo com grande crescimento até a década de 80, ficando praticamente constante a partir desta data. Este efeito, cuja série é bem comportada, ajuda a determinar a tendência da razão capital/produto.

O efeito conteúdo - aumento da razão capital/produto por atividade - acumulado ano a ano vem, na maioria das atividades, se adicionar ao efeito estrutura positivo. A significância deste efeito é maior nos países em que ele é positivo, onde por vezes determina sua tendência, e menor quando oscilante, onde além de diminuir o efeito estrutura positivo em determinados períodos, aparece com maior volatilidade, determinando, na maioria dos casos, as variações em torno da tendência da razão capital/produto.

Portanto, os países desenvolvidos, membros da OCDE, investiram em atividades capital intensivas, bem como na maioria dos casos adotaram técnicas mais intensivas em capital. No entanto, a adoção de técnicas menos intensivas em capital na atividade instituições financeiras e de seguro, negócios imobiliários e serviços prestados à empresa e, em alguns países, na eletricidade, gás e água, o fim de ciclos positivos coincidentes com os choques de petróleo e de juros em algumas atividades, bem como a queda na participação de setores com razões capital/produto crescentes AGR e MAN, tendem a arrefecer a tendência de alta da razão K/Y total na década de 80 na maioria dos países da OCDE.

No Brasil, não nos detemos à análise por atividade, dado a falta de dados desagregados de investimento. No entanto, devemos realçar o seu comportamento acentuadamente crescente, bem como o nível alcançado da razão (utilizando tempos de vida médios iguais ao da OCDE). A razão K/Y para o país duplicou no período de 1970 a 1998, de 1,5 para 3, indicando que o país necessita, hoje, do dobro de capital necessário na década de 70 para gerar uma unidade

de produto.

Países menos desenvolvidos, onde o fator escasso é o capital, devem levar em consideração a necessidade de aporte deste fator ao planejar a re-alocação de recursos no produto e ao absorver, ou até mesmo, desenvolver tecnologias, de forma a evitar pontos de estrangulamentos no seu crescimento. Esta situação é agravada quando o país, além de não levar em consideração este fator limitante ao crescimento nas suas estratégias de desenvolvimento, também deixa de se preocupar com o planejamento de longo prazo só se atentando para o curto prazo.

Bibliografia

Agénor, Pierre-Richard e Peter J. Montiel. *Development Macroeconomics*. Princeton University Press. New Jersey, 1996.

Alvim, Carlos Feu et alii. *Brasil: O Crescimento Possível*. Bertrand. São Paulo, 1996.

Barro, Robert J. e Xavier Sala-i-Martin. *Economic Growth*. McGraw-Hill. New York, 1995.

Carvalho, José Carlos., “Estimativas do Produto Potencial, Relação Capital/Produto e Depreciação do Estoque de Capital”, *Textos para Discussão 44, Área de Planejamento do Departamento Econômico do BNDES*, Rio de Janeiro, (1996).

De Long, J., Bradford, and Lawrence H. Summers. “Equipment Investment and Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, CVI, 445-502, (1991).

_____. “How Strongly do Developing Economies Benefit from Equipment Investment?”, *Journal of Monetary Economics*, 32, 395-415, (1993).

Feu, Aumara. Projeto de Pesquisa para seleção do Doutorado na Universidade de Brasília: *A Produtividade do Capital, a Transferência de Recursos do Exterior e o Crescimento Econômico*. Brasília, (1999).

_____. “A Influência na Dinâmica do Crescimento da Taxa de Depreciação Variando de Acordo com a Idade do Capital,” *XXVIII Encontro nacional de Economia*, Campinas, (2000).

Foley, Ducan K. e Thomas R. Michl. *Growth and Distribution*. Harvard University Press, Cambridge, 1999.

Hofman, André A. "Capital Accumulation in Latin America: A Six Country Comparison for 1950-1989," *The Review of Income and Wealth*, 38 (1992): 365-401.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produto Industrial Bruto Trimestral, Série de Relatórios Metodológicos*, 19, Rio de Janeiro, (1999).

Jones, Charles I. *Introduction of Economic Growth Theory*. W.W. Norton & Company. New York., 1998.

Jones, Charles I. "Time Series Tests of Endogenous Growth Models". *Quartely Journal of Economics*, CX (2) (maio, 1995): 495-525.

Morandi, Lucilene, "Metodologia de Cálculo do Estoque de Capital Fixo – Estruturas Não-Residenciais e Máquinas e equipamentos, Brasil 1940/2000." In Bacha, Edmar L. e Bonelli, Regis."Crescimento e Produtividade no Brasil: o que nos diz o Registro de Longo Prazo", *Seminários da Diretoria de Estudos Macroeconômicos n°52do IPEA*, Rio de Janeiro, (2001).

Organisation for Economic Co-Operation and Development. *Methods used by OCDE Countries to measure Stocks of Fixed Capital - OECD*. Paris, 1993.

_____. *Monitoring the world Economy 1820-1992, por Angus Maddison*. Paris, 1995.

_____. *International Sectoral Data Base*. Paris, 1999.

_____. *National Accounts of OECD Countries –main aggregates*. Paris, 2001.

Pinheiro, A. Matesco, V. "Relação capital/produto incremental: estimativas para o período 1948/87". *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, V. 19, n. 3, (1989).

Romer, Paul. "Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth." *Modern Business Cycle Theory*, Robert J. Barro. ed (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989): 55-127.

Summers, Robert, and Alan, Heston. "A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels Estimates for 130 Countries, 1950-85." *Review of Income and Wealth*, XXXIV (1988): 1-26.

System of National Accounts. Rev. 4. Brussels: Commission of the European Communities; Washington, D.C.: International Monetary Fund; Paris: Organization for Economic Co-operation and Development ; New York: United Nations; Washington, D.C. World Bank, 1993.

[1] Aluna do doutorado em economia da Universidade de Brasília e analista de finanças e controle da Secretaria do Tesouro Nacional – STN do Ministério da Fazenda. Começou o desenvolvimento deste trabalho para ser apresentado ao final da disciplina "Tópicos Especiais em Métodos de Análise Econômica 2" do Professor Dr. Joaquim Pinto de Andrade e contou com os conselhos do Professor Dr. Maurício Barata de Paula Pinto, orientador de sua tese de doutorado, da qual este trabalho fará parte.

[2] A taxa de retorno sobre o capital não mostra tendência crescente ou decrescente e as participações na renda *per capita* do capital e da mão-de-obra não apresentam tendência.

[3] Por tempo de sucata médio (h), entende-se o tempo gasto em média para o bem perder sua capacidade de agregar valor, desconsiderando o período de defasagem. Portanto, h determina o desgaste considerado como normal para cada bem.

[4] Na *Equação (1)*, a seguir apresentada, x será dado pela diferença entre $t-m-r$, sendo r o ano em que foi realizado o investimento. Aqui, o r não aparece, pois é tomado como sendo igual a zero, ou seja, o investimento foi realizado no ano zero.

[5] Entendemos como taxa de depreciação adicional (d) o valor da taxa que incide no primeiro ano de sucata de um investimento, sendo que, a partir deste momento até chegar à unidade, a taxa, aplicada ao investimento inicial, é cumulativa e aumenta de d anualmente.

[6] Somando $h + m$ obtemos o período final da vida média do bem, v , ou seja, após os m períodos, onde a depreciação do bem é zero, e os h períodos, nos quais o capital se deprecia à taxa adicional de d . No ano v , a capacidade de agregar valor ao bem é zero.

[7] Os valores de $m=5$ e $v=24$ correspondem ao período de defasagem e ao tempo de vida médio para máquinas e equipamentos, fornecidos pela OCDE.

[8] Por investimento, tomaremos as séries da Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF).

[9] Este procedimento é semelhante ao utilizado por Solow (1959) em um *Modelo de Geração* para o capital, onde o investimento é tratado de acordo com sua geração (sua idade). A importância de fazer a depreciação variar segundo a idade do capital na dinâmica do crescimento pode ser verificada no *Capítulo II*. O usual, nos modelos teóricos, é utilizar a depreciação geométrica, que possibilita agregar diferentes gerações de ativos, mas tem a desvantagem de nunca exaurir o ativo e de não permitir visualizar o efeito de mudanças no comportamento do investimento na dinâmica do crescimento. Como um dos objetivos deste trabalho é verificar a evolução da quantidade investimento necessária para crescer, deve-se calcular o envelhecimento do estoque de capital, sua taxa de depreciação e a quantidade de investimento necessária para repor o desgaste do capital. Cabe, adiantar, que, com os períodos recessivos pelos quais o Brasil tem passado nas últimas décadas, seu estoque de capital envelheceu e, conseqüentemente, sua depreciação aumentou (veja *Capítulo IV*).

[10] O tempo de vida ativa de um bem - tempo de defasagem mais tempo de sucatamento, ou seja, tempo em que um ativo permanece no estoque de capital – é estimado por diversas fontes. As usualmente utilizadas são as autoridades tributárias, a contabilidade das empresas, as pesquisas estatísticas, os registros administrativos, os estudos de especialistas e as estimativas de outros países. A maioria dos países utiliza tempo de vida fixo para o cálculo do estoque de capital, apesar de que na prática está ocorrendo na maioria das atividades o tempo de vida está diminuindo o que seria explicado ou pela diminuição do tempo de vida dos ativos ou pelo aumento da porção de ativos com menor tempo de vida no estoque da atividade. Como exemplo de bens com vidas menores, podemos citar aqueles com componentes computadorizados, e como exceção a OCDE(1993) menciona as estradas rodoviárias e os aviões.

[11] Quanto ao tempo de sucatamento médio do capital (h), é importante mencionar que, conforme analisado em exercícios em que mudamos seu valor, quanto maior o h utilizado, maior será a tendência de crescimento e o nível da razão K/Y e menor será a volatilidade desta razão. O aumento de nível e da inclinação positiva da tendência é explicado pela maior evolução do estoque de capital, pois quando se eleva h diminui-se a depreciação. Portanto, um estoque de capital com maior nível e crescendo mais rápido para um determinado produto, determina uma razão K/Y maior e com comportamento positivo mais acelerado. A menor volatilidade da razão por sua vez é explicada pela sua menor sensibilidade a mudanças conjunturais no investimento, dada a maior permanência destes investimentos na série. Portanto, quanto maior h , menos suscetível é a depreciação a variações temporárias no comportamento do investimento.

[12] Para maiores informações sobre as atividades, consulte OCDE(1999).

[13] Entre as séries a preços constantes e preços correntes, optamos por utilizar as séries a preços correntes. Primeiro, porque estas abrangem um período mais longo no tempo; e, segundo, porque evitam problemas que surgiriam caso adotássemos séries a preços constantes com base fixa. A série a preços constantes na base fixa tem problemas de consistência gerados quando se muda o ano

base e, sendo um índice *quantum*, ignora mudanças de preços que refletem alterações na produtividade de ativos. O procedimento por nós adotado, no entanto, ignora variações dos preços do investimento em relação às variações no preço do PIB, bem como as diferenças nas variações dos preços entre atividades.

[14] Cabe esclarecer que o total (TOT) e a soma dos seus componentes, muitas vezes, não batem. Segundo a ISDB da OCDE, isto se deve às diferentes fontes utilizadas para um mesmo país, e, particularmente, quanto a séries com preços constantes pela mudança de base. Tendo em vista o exposto, normalizamos os dados das séries.

[15] $v = m + h = 19 + 5$

[16] Informamos que o primeiro ano fornecido é: 1900(Brasil); 1947(EUA); 1948(Canadá e Inglaterra); 1949(Austrália e Noruega); 1950(Dinamarca e Finlândia e Suécia); 1952 (França e Itália); 1953(Bélgica) e 1955(Japão).

[17] Do investimento realizado em 1950 (ano em que existem dados de investimento total disponíveis para a maioria dos países, veja *Nota de Rodapé 14*), restaria 35,8% sobrevivente em 1970 e 8,4% em 1990. Como exercício calculamos para a Austrália o peso dos investimentos anteriores a 1951 no estoque de capital de 1970 e 1990, achando 9% e 0,6%, respectivamente.

[18] As séries do PIB a preço de mercado de 1990 para cada país foram completadas usando os índices de crescimento do PIB fornecidos pela OCDE (1995).

[19] À exceção da Dinamarca, que, como a ISDB não forneceu as vidas médias deste país, foi utilizada a proporção de máquinas e equipamentos, calculada com as médias das vidas médias dos outros países. Cabe mencionar que o desvio padrão para a proporção de máquinas e equipamentos por atividade nos outros países, afora a Dinamarca, é bem pequeno, ficando abaixo de 0,03 em todas as atividades, excetuando a atividade serviços da administração pública não-mercantis onde ele é 0,098.

[20] Ressaltamos que esta série está dividida em três tipos de bens: bens de construção, máquinas e equipamentos e outros. Como em Alvim et alii (1996), Hofman(1992) e Morandi(2001), o item outros será incorporado ao item máquinas e equipamentos, tendo em vista representar no máximo 6,3% do total da FBKF durante o período analisado.

[21] Excetuando os Países Baixos (pois os dados por atividade, por estando incompletos, diferiam muito do somatório) e a Alemanha (dada a descontinuidade de sua série com a unificação da Alemanha Ocidental com a Oriental). Os períodos fornecidos pela ISDB estão discriminados por país e por atividade no OCDE(1999).

[22] As séries em moeda nacional, a preços de 1990, foram convertidas para dólar dos EUA pela taxa de câmbio fornecida pela ISDB.

[23] O estoque de capital e o produto utilizados dependem da razão (agregada, total ou por atividade) que está sendo estimada.

[24] Anos abrangidos por todos os países em suas séries de dados.

[25] Os países, Bélgica e Itália, não possuem dados sobre o produto na atividade INF, incorporado em grande parte (90%) na atividade SSO, e sobre o produto e a FBKF na atividade MIN, incorporados na atividade MAN. Esta diferença deve-se diferenças no sistema de desagregação por atividade utilizados por estes países – *Nomenclature des Activités dans les Communautés Européennes (NACE)* – em relação ao sistema utilizado pela maioria dos países – *International Standard Industrial Classification (ISIC)*. Não incluímos, portanto, no cálculo das médias da atividade SSO e INF e no cálculo da razão K/Y na OCDE, os países, Bélgica e Itália. O tratamento dado ao cômputo da razão da atividade SSO nestes países será visto adiante.

[26] A atividade OUT não é mencionada, uma vez que só existem dados completos sobre ela em um país, Finlândia. A razão calculada para esta atividade na Finlândia foi de 1,4, em 1970, e de 2,3, em 1994.

[27] Os dados para a atividade MIN na Bélgica e na Itália, estão incorporados na atividade MAN.

[28] No calculo da participação do produto das atividades no produto do total, retiramos dois países, Bélgica e Itália.

[29] O peso de cada atividade na razão K/Y total corresponde aos termos da *Equação (2)*, depois de dividida pela razão capital/produto (v).

[30] Utilizamos a média ponderada por estarmos tratando da razão K/Y para a OCDE, onde o estoque e o produto de cada país têm pesos diferentes no cômputo da razão.

[31] Lembramos o caso particular da Bélgica e da Itália onde a variação positiva na participação no PIB na atividade INF é sentida na atividade SSO, dado que esta última incorpora a maior parte da atividade INF (veja *nota de rodapé 24*).

[32] Distinguimos nestes países, a Bélgica e a Itália, que dada a desagregação dos seus dados ser diferente dos outros países, possui, na atividade MAN (MAN + MIN), uma maior variação positiva da razão K/Y, e uma maior variação negativa, com ciclo positivo, na SSO (SSO + INF), que segue de perto o comportamento da atividade INF.

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:
Thursday, 19 February 2004

3 8 7 1



BUSCA

CORREIO

DADOS ECONÔMICOS

DOWNLOAD

e&e ANTERIORES

e&e No 28

Matriz Energética e de Emissões:[Página Principal](#)**Energia e Emissões****Setor Agropecuário****Setor Industrial****Evolução da Razão
Capital/Produto no Brasil
e nos Países da OCDE****Dívida Pública e
Reservas do Brasil**<http://ecen.com>**Vínculos e&e****Matriz Energética e de
Emissões**
<http://ecen.com/matriz>

5. Uso dos resultados no Setor Agropecuário

Nota sobre a Redação:

Trata-se de resultado referente à projeção do consumo de energia na indústria e das emissões correspondentes. A numeração das figuras e tabelas corresponde ao relatório entregue ao MCT que estará integralmente disponível para os leitores da e&e.

TEXTO EM (TODOS OS SETORES) WORD PARA DOWNLOADCoordenador : Carlos Feu Alvim feu@ecen.com

Equipe Técnica: Carlos Feu Alvim, Aumara Feu (*), Eduardo Marques, Frida Eidelman, Omar Campos Ferreira, Othon Luiz Pinheiro da Silva

Nossa metodologia usa a avaliação da energia equivalente em cada setor a partir da evolução dos coeficientes energia/produto. A distribuição do consumo em energia equivalente pelas diversas fontes de energia finais possibilita a projeção do consumo de energia final (usando os coeficientes que refletem a eficiência relativa dos energéticos) para cada setor.

O uso dos coeficientes de emissão relativos às diversas fontes de energia final e as hipóteses de distribuição de fontes primárias e de eficiência no processo de transformação (principalmente na geração de eletricidade) permitem obter os coeficientes de emissão por setor.

a) Razão Energia Equivalente / Produto Setorial

Na Figura 15, está indicada a razão Energia Equivalente / Produto Setorial para os principais setores consumidores de energia. Os valores são apresentados em quilo equivalente de petróleo kEP. A razão de usarmos a mesma unidade normalmente usada para expressar a energia equivalente é o de não introduzir uma unidade nova, conforme exposto anteriormente. Deve-se entender, nesse caso, que 1 kEP = 10,8 Mcal corresponde, aproximadamente, a 1,167 m³ de gás natural seco (equivalência BEN/MME) a uma temperatura de 20 °C e à pressão de 1 atmosfera.

Na Figura 15, também, apresentamos os valores correspondentes ao uso de energia equivalente extrapolado para o setor. A projeção baseia-se em um valor estimado para 2020 e é feita mediante uma curva de segundo grau ajustada ao comportamento histórico, acoplado-se o valor projetado com o último dado disponível com ajuda de uma curva integrada de Poisson. A constante de tempo da curva de Poisson pode ser escolhida pelo cenarista. É possível intervir nos anos intermediários como será mostrado em anexo a este trabalho.

A conveniência de trabalharmos a preços constantes fica patente na Figura 16 e na Figura 17, onde são comparados os valores a preços correntes e a preços constantes.[1]

Energia Equivalente por Produto

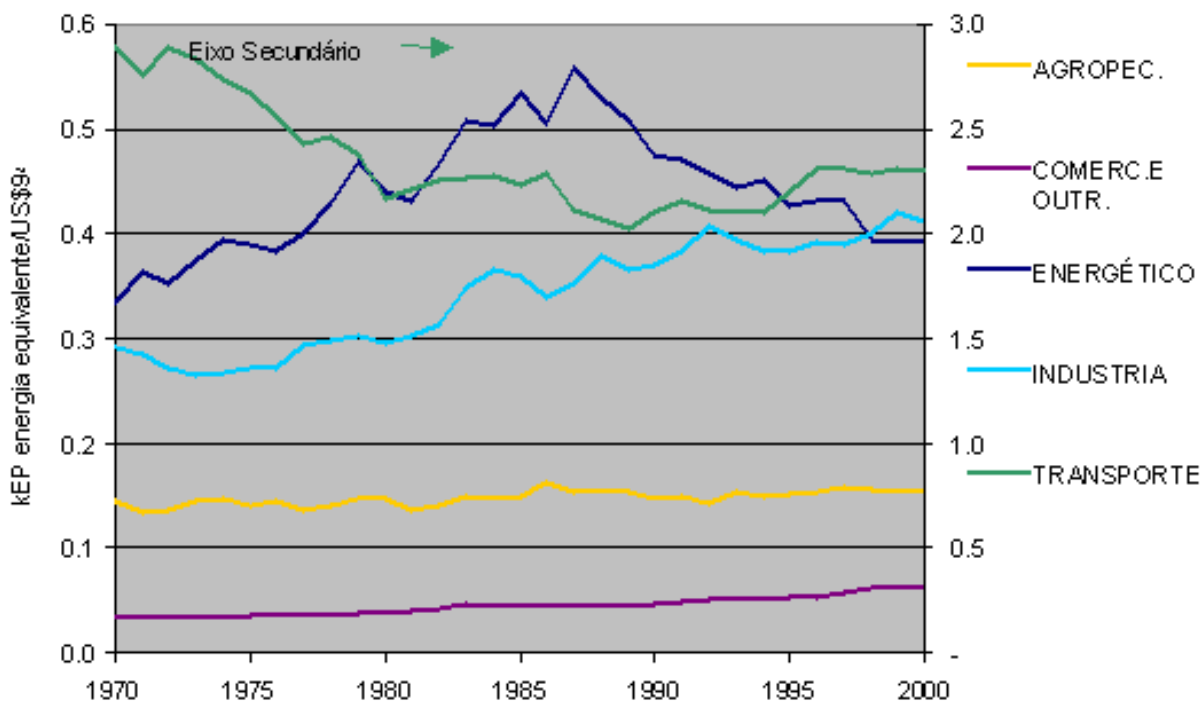


Figura 15: Valores da razão energia equivalente por produto (preços constantes) para os principais setores de demanda.

Energia Equivalente por Produto a Preços Constantes para o Setor Agropecuário

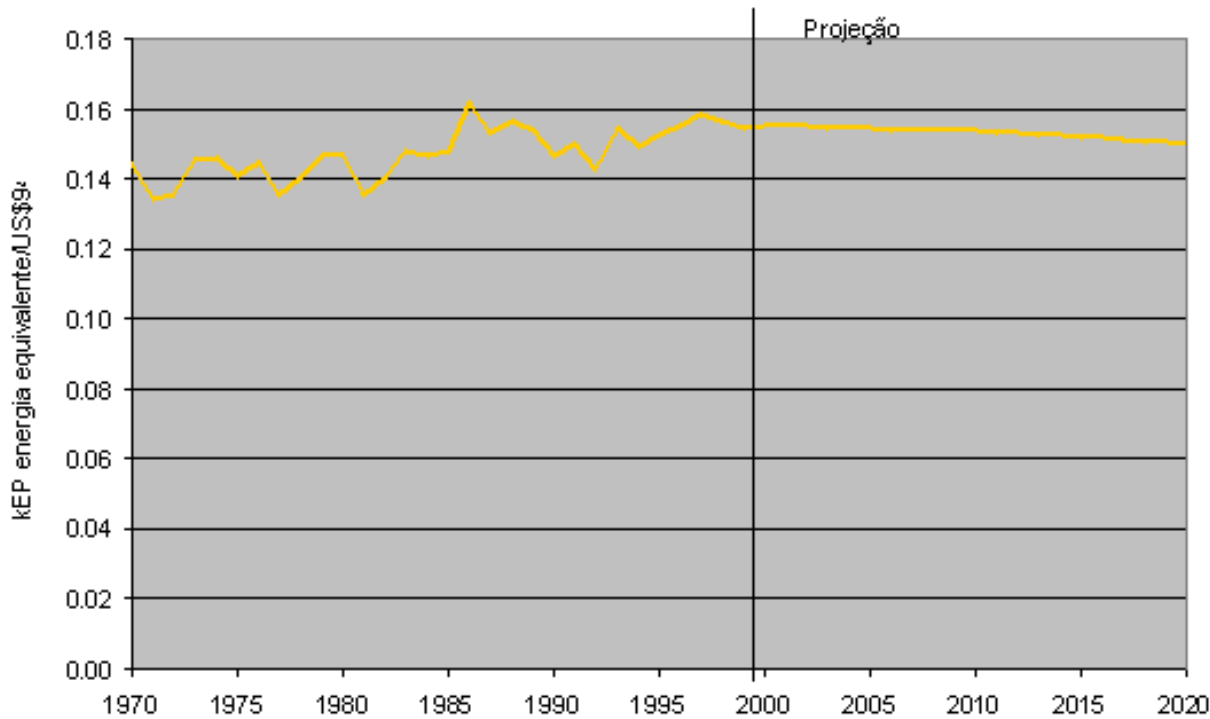


Figura 16: Valores históricos e projetados para a razão energia equivalente / produto setorial

(a preços constantes) para o Brasil

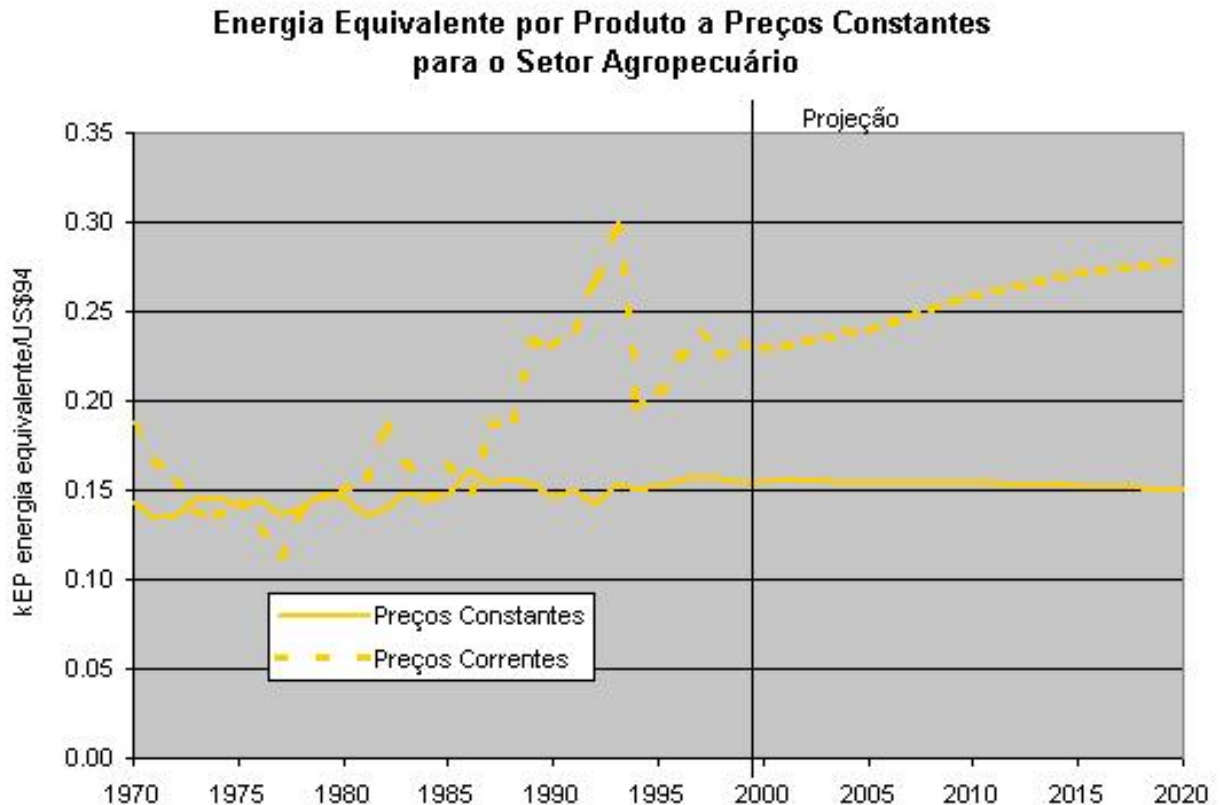


Figura 17: Valores históricos e projetados de energia equivalente/ produto para o Setor Agropecuário no Brasil a preços correntes e constantes. Nota-se a regularidade e constância dessa razão a preços constantes.

A razão energia equivalente/ produto do setor agropecuário é notavelmente “bem comportada” a preços constantes. Este valor, não obstante as profundas mudanças na tecnologia e na participação dos energéticos, é praticamente constante ao longo dos 30 anos da série. O valor a preços correntes não mostra igual regularidade no comportamento mas, como já assinalamos, isto se deve fundamentalmente a variações de preços dos produtos agropecuários frente aos demais produtos que compõem o PIB. Como a participação do Setor Agropecuário, é supostamente declinante a preços correntes (baseando-se em países e estados da Federação mais desenvolvidos) e o consumo de energia equivalente é crescente no setor, a razão energia equivalente/ produto resulta crescente a preços correntes para o Setor Agropecuário.

b) Projeção da Energia Equivalente e Final para o Setor Agropecuário

A partir da participação dos setores (a preços constantes) no PIB e do valor do PIB fornecido (também a preços constantes) pelo módulo macroeconômico [M1] é possível obter o produto do setor (participação % x PIB em US\$94) projetado para cada ano.

A Figura 18 mostra o valor da evolução do produto e da energia equivalente a preços constantes. Os valores históricos refletem uma elevação de patamar da curva energia equivalente/produto, mostrada na Figura 16, a partir de 1986.

Produto e Uso de Energia Equivalente no Setor Agropecuário

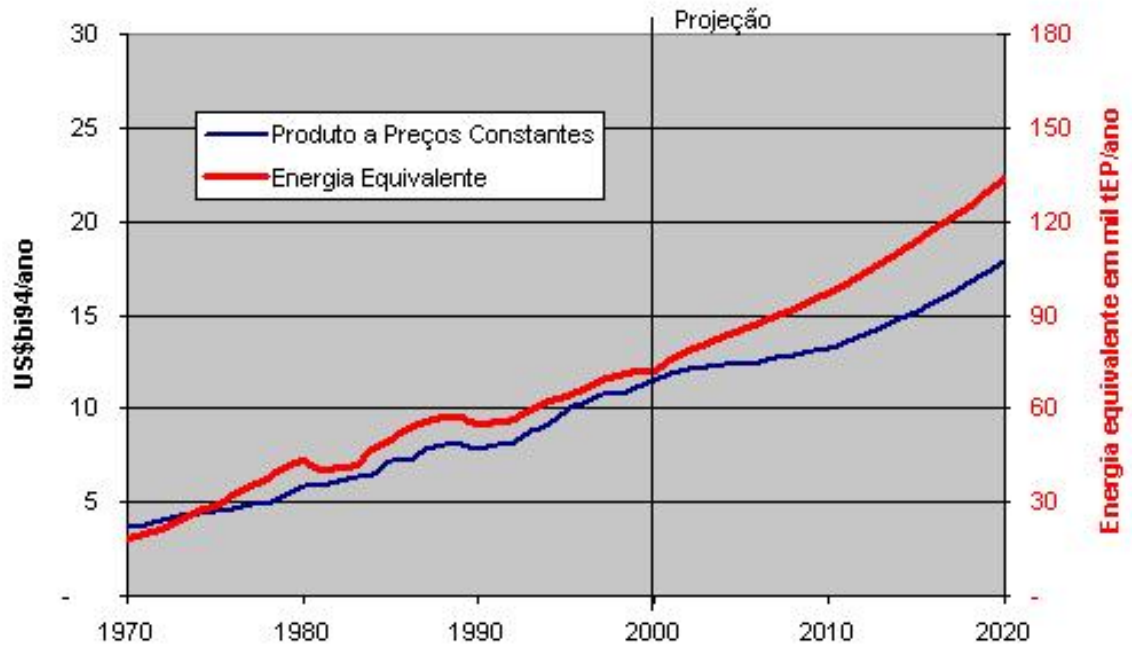


Figura 18: Evolução histórica e projeção da atividade econômica e do produto para o Setor Agropecuário

c) Participação dos Energéticos em Energia Equivalente

A participação dos energéticos na Agricultura, como já adiantamos, foi bastante significativa nos últimos 30 anos. Na Figura 19, mostramos a evolução histórica dessa participação expressa em energia equivalente.

Deve-se distinguir, para fins de projeção, aqueles energéticos (ou fontes energéticas) usados [M2] para geração de calor (lenha, óleo combustível, GLP e, eventualmente, gás natural) daqueles usados para força motriz (fundamentalmente diesel). A eletricidade é usada para: geração motriz estacionária (onde tende a predominar); geração de calor (dependendo do preço e da disponibilidade de energia limpa); e, iluminação, onde a energia é imbatível, quando disponível.

O uso de dados de avaliação de energia equivalente em outros países para o setor agropecuário pode ajudar na tarefa de projetar a distribuição de energia no setor para o horizonte 2020. Podem ser especialmente úteis os dados referentes aos países mais desenvolvidos. Deve, no entanto, ser levada em conta a extensão dos países objeto da comparação já que esta condiciona os métodos de produção.

Dos balanços energéticos, retiramos os dados de base utilizados para obter a participação da energia final. Usamos dados publicados pela OCDE, para seus países membros, e para os que não a integram [M3]. O ano escolhido foi o de 1996 para o qual dispomos de dados desagregados para os países da OCDE. Os dados econômicos para os macro-setores estão disponíveis em outras fontes, em particular os relatórios anuais do

Banco Mundial.

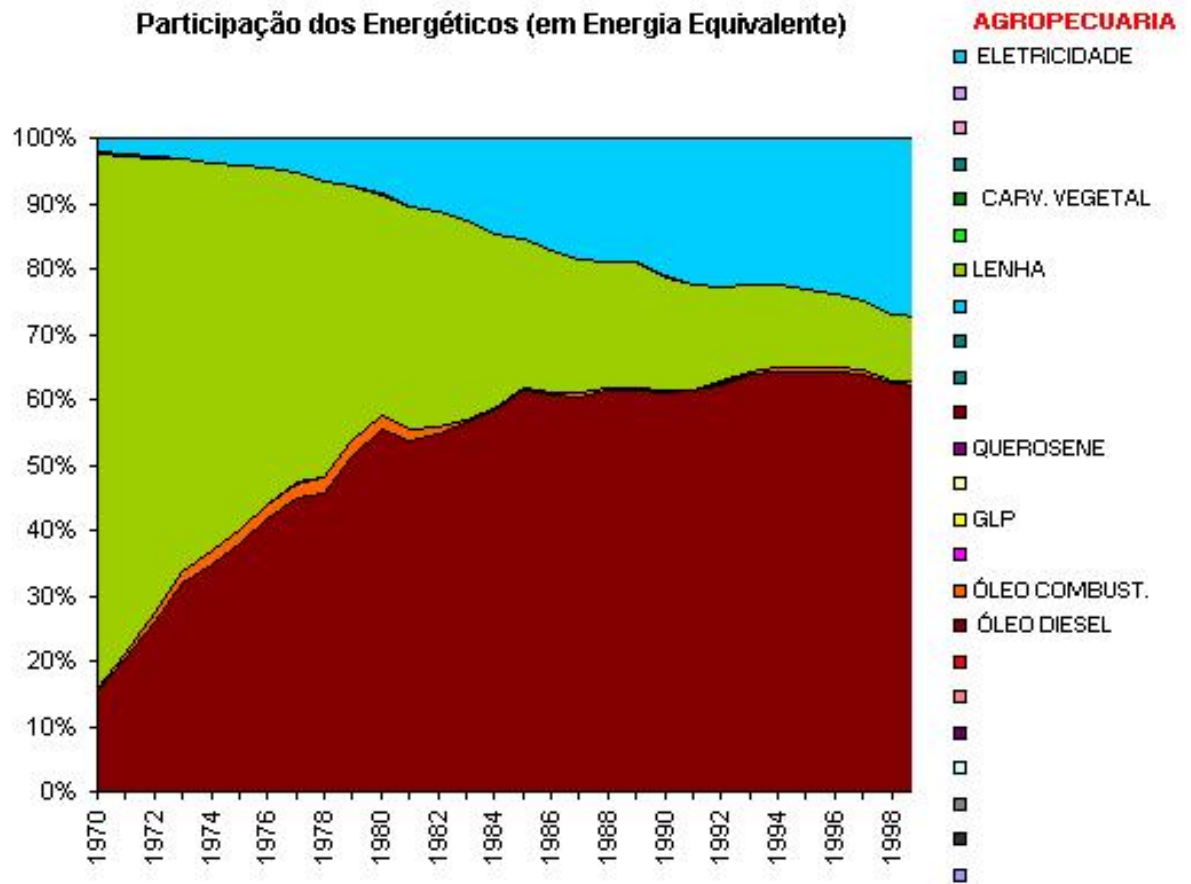


Figura 19: Participação histórica dos energéticos no Setor Agropecuário para o Brasil

A comparação de dados energéticos de diversos países, publicados pela OCDE e convertidos para energia equivalente, apresenta alguns problemas para a orientação de nossa escolha para o futuro. Os critérios de alocação ao Setor Agropecuário devem diferir substancialmente.

Na Figura 20, os dados de participação dos diferentes energéticos, para o ano de 1995, mostram claras discrepâncias dos critérios para alocar eletricidade cuja utilização aparece como nula em países como os EUA e Bélgica. Para os derivados de petróleo, existem também diferenças substanciais de participação que devem indicar critérios substancialmente diversos de alocação.

Na Figura 21, é mostrada a extrapolação da participação considerada para o setor, nesta "rodada" inicial, com a eletricidade atingindo cerca de 30% no final do período. Supõe-se uma redução da aplicação da biomassa e um incremento de derivados de petróleo, predominantemente diesel para os próximos anos.

Para avaliação de tendência, usou-se um quadro (mostrado na Tabela 7), fornecido para cada setor pelo programa utilizado, em que são apresentados: a) o gráfico; b) as participações históricas em anos selecionados; e, c) as participações, mínima, máxima e média de cada energético, agrupadas por energia primária e de origem (exceto eletricidade).

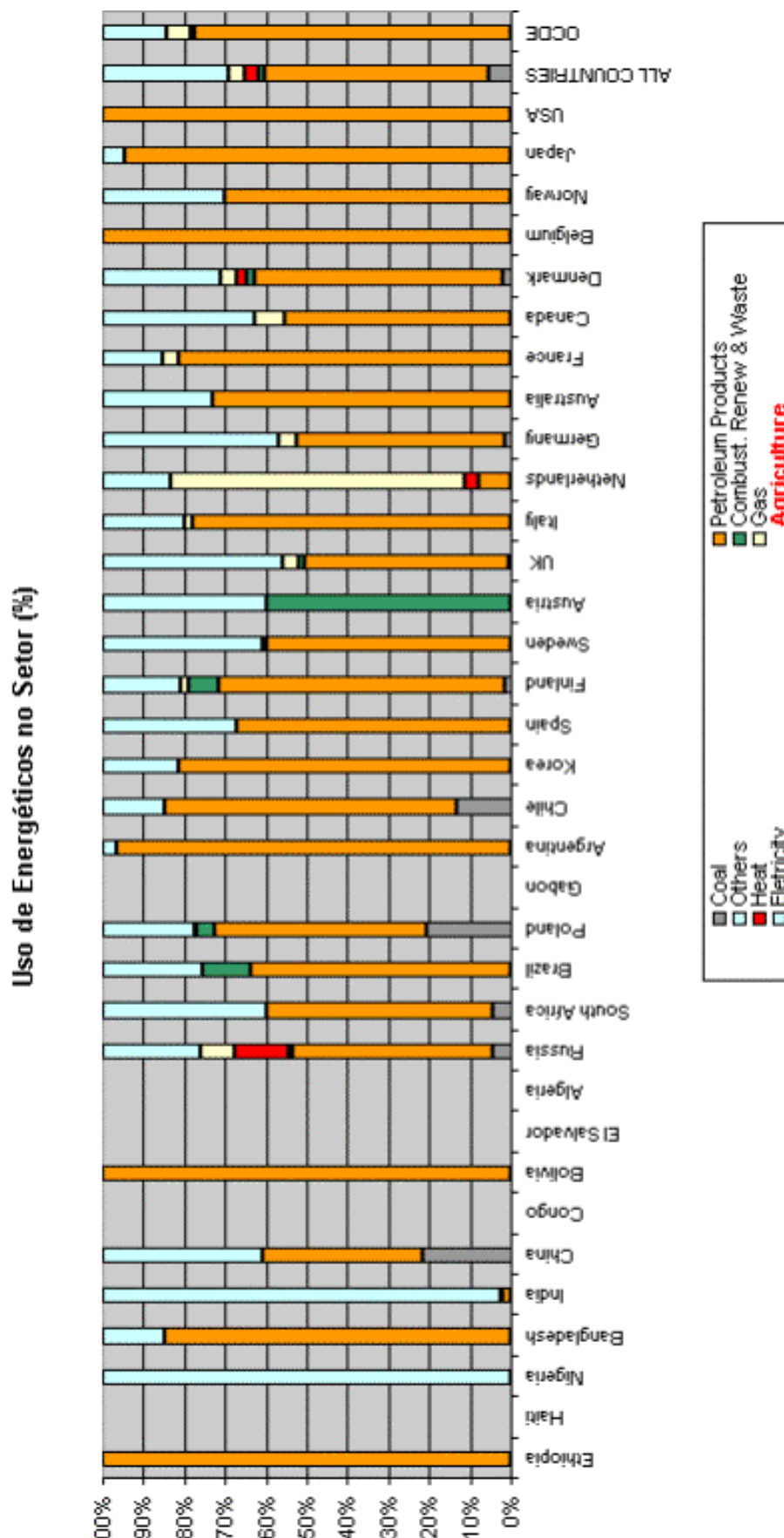


Figura 20: Participação do energéticos em uso no Setor Agropecuário. As alocações nos diversos países não obedecem ao mesmo critério o que faz que sejam nulas, em alguns

casos, as participações de eletricidade e derivados de petróleo.

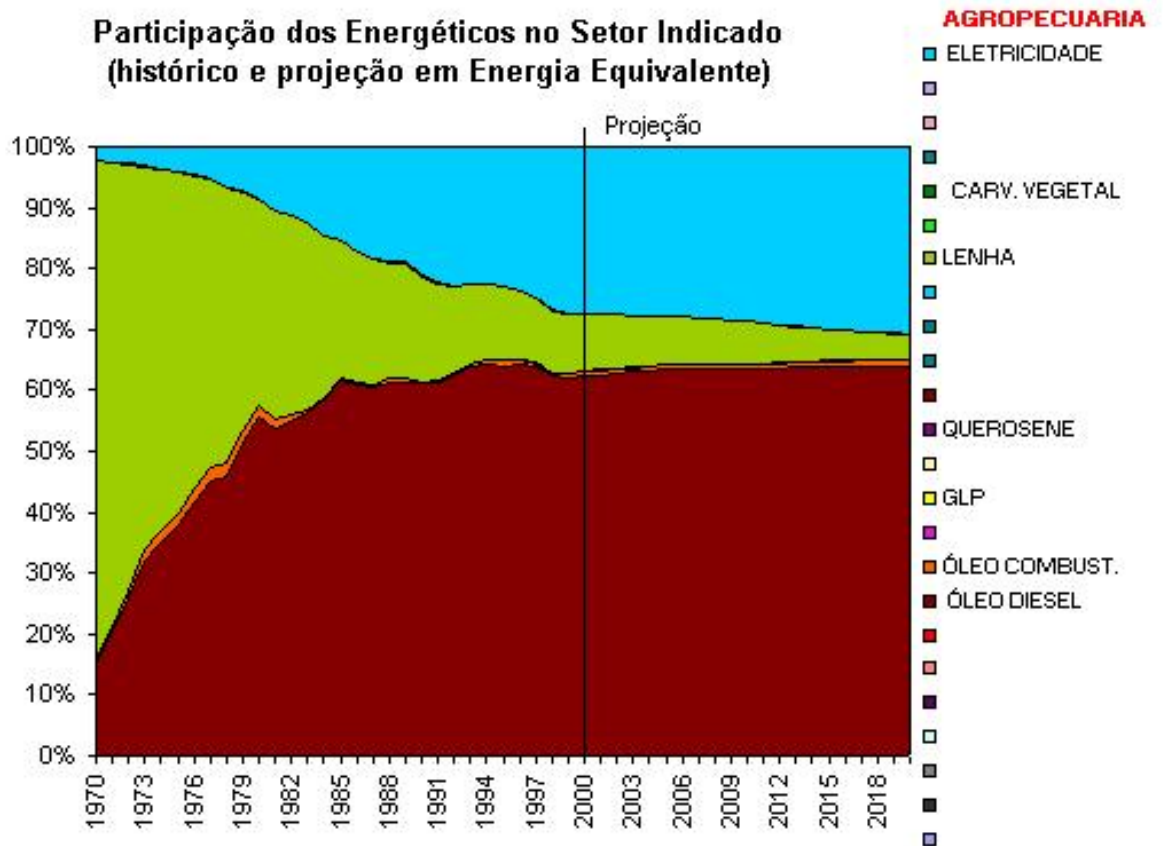


Figura 21: Projeção de participação dos energéticos no Setor Agropecuário, dados históricos e extrapolação.

Tabela 7: Valores Indicativos e agregados para projeção

	Maior Menor		1970	1980	1999	2000	2005	2010	2015	2020
	Média	Valor								
ELETRICIDADE	14.2%	27.5%	2.1%	8.5%	27.5%	27.5%	27.8%	28.7%	30.0%	30.7%
Derivados de Petróleo ou GN	53.1%	65.0%	15.9%	57.5%	62.8%	63.2%	64.2%	64.3%	65.0%	65.2%
Biomassa e Renováveis	32.7%	82.0%	9.4%	34.0%	9.6%	9.4%	8.0%	7.0%	5.1%	4.1%
Carvão Mineral e Derivados	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

d) Participação dos Energéticos em Energia Final

Os valores em energia equivalente foram convertidos em energia final usando-se coeficientes de equivalência, baseados nos valores de eficiência dos usos esperados para o futuro, do Balanço de Energia Útil do MME de 1993.

Baseado nesses coeficientes de equivalência foram obtidos o consumo de energia final por energético no Setor Agropecuário mostrados na Figura 22 e na Tabela 8.

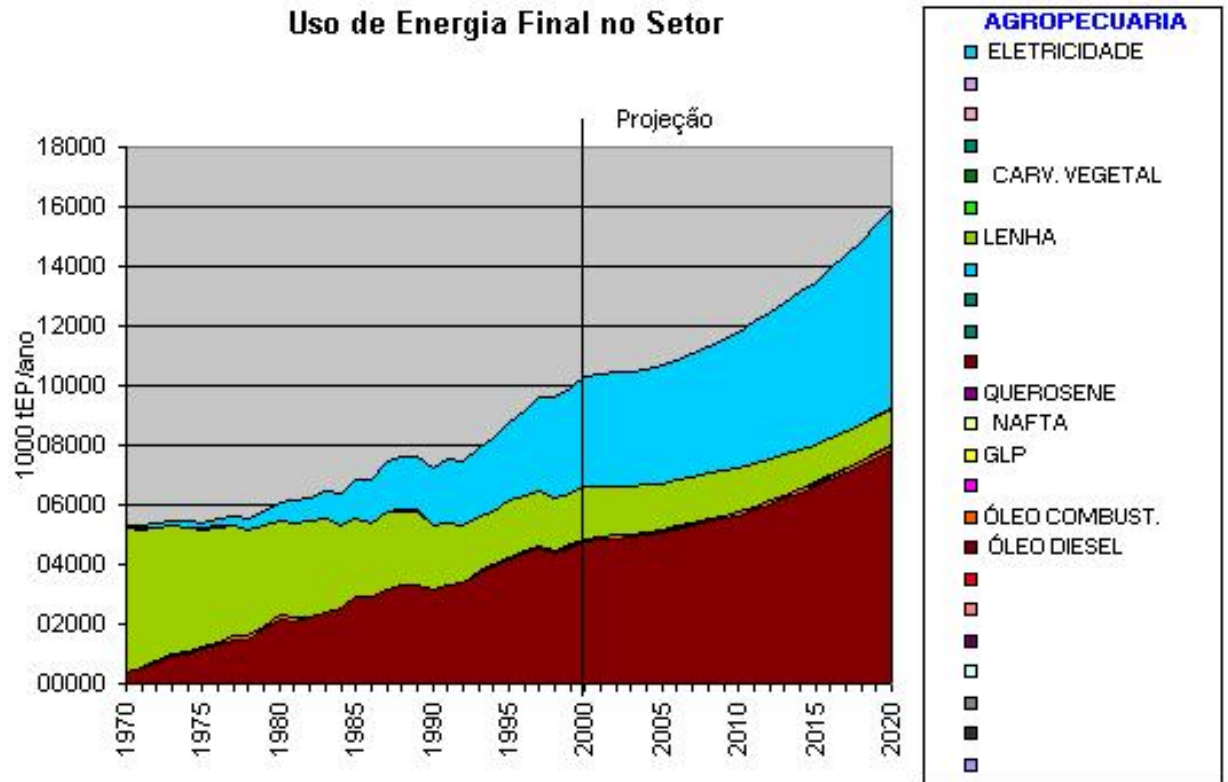


Figura 22: Consumo de Energia Final no Setor Agropecuária indicando-se os valores históricos e projetados

Tabela 8: Valores Projetados da Energia Final para o Setor Agropecuário (10^6 tEP)

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	1721	1542	1498	1240	1174
TOTAL PRIMAR	1721	1542	1498	1240	1174
ÓLEO DIESEL	4765	5089	5649	6595	7811
ÓLEO COMBUST.	87	75	88	124	185
GLP	13	8	9	13	18

NAFTA	0	0	0	0	0
QUEROSENE	0	3	7	11	17
ELETRICIDADE	3728	3946	4526	5479	6644
CARV. VEGETAL	5	6	10	19	35
TOTAL SECUNDÁRIA	8599	9127	10289	12241	14710
Total Biomassa	1721	1542	1498	1240	1174
TOTAL	10320	10669	11787	13480	15885

e) Emissões Correspondentes ao Consumo em Energia Final

Uma vez obtida a projeção do consumo em energia final pode-se, a partir de coeficientes de emissões para o Setor, deduzir as emissões finais. As emissões entre 1990 e 1999, já contam com avaliação preliminar pela equipe que está elaborando o Inventário Nacional de Emissões (valores fornecidos por Branca Americano à equipe da e&e). No caso do setor Agropecuário, foram considerados fatores constantes ao longo do período. Os mesmos fatores foram utilizados para os anos seguintes e são os mostrados na Tabela 9 .

Cabe observar que somente estão mostrados os coeficientes de emissão para energéticos que foram utilizados no Setor no período e que, na presente versão, não variamos o conjunto de energéticos a serem usados no setor. No caso de hipóteses que incluam outros energéticos, deveremos usar os coeficientes “default” da metodologia adotada no Brasil (do IPCC) na avaliação das emissões.

Tabela 9: Coeficientes de Emissões no Setor Agropecuário CO₂ Gg/10³tEP

	LENHA	ÓLEO DIESEL	GLP	QUERO SENE	CARV. VEGETAL
CO₂	4.09724	3.149833305	2.68203628	3.056274	4.457586
CO	0.0034880	0.000227799	0.0020189590	0.004296	0.004296
CH₄	0.0052850	0.000425648	4.72522E-05	0.00043	0.008591
NOX	0.0034880	0.000227799	0.0020189590	0.004296	0.004296
N₂O	0.0001782	5.7396E-05	4.29566E-06	2.58E-05	4.3E-05

NMVOCs | 0.0257740.000214783 0.0002147830.000215 0.004296

Fonte: MCT (Dados usados para emissões entre 1990 e 1999)

A aplicação desses coeficientes aos dados de energia final fornece os valores de emissão indicados nos gráficos para cada gás considerado como formador de parte do efeito estufa. Os resultados para CO₂, CO, CH₄, NO_x, N₂O e NMVOCs (outros compostos voláteis de carbono, não metano) são mostrados nas Figuras 23 a 28 e nas Tabelas 8 a 14.

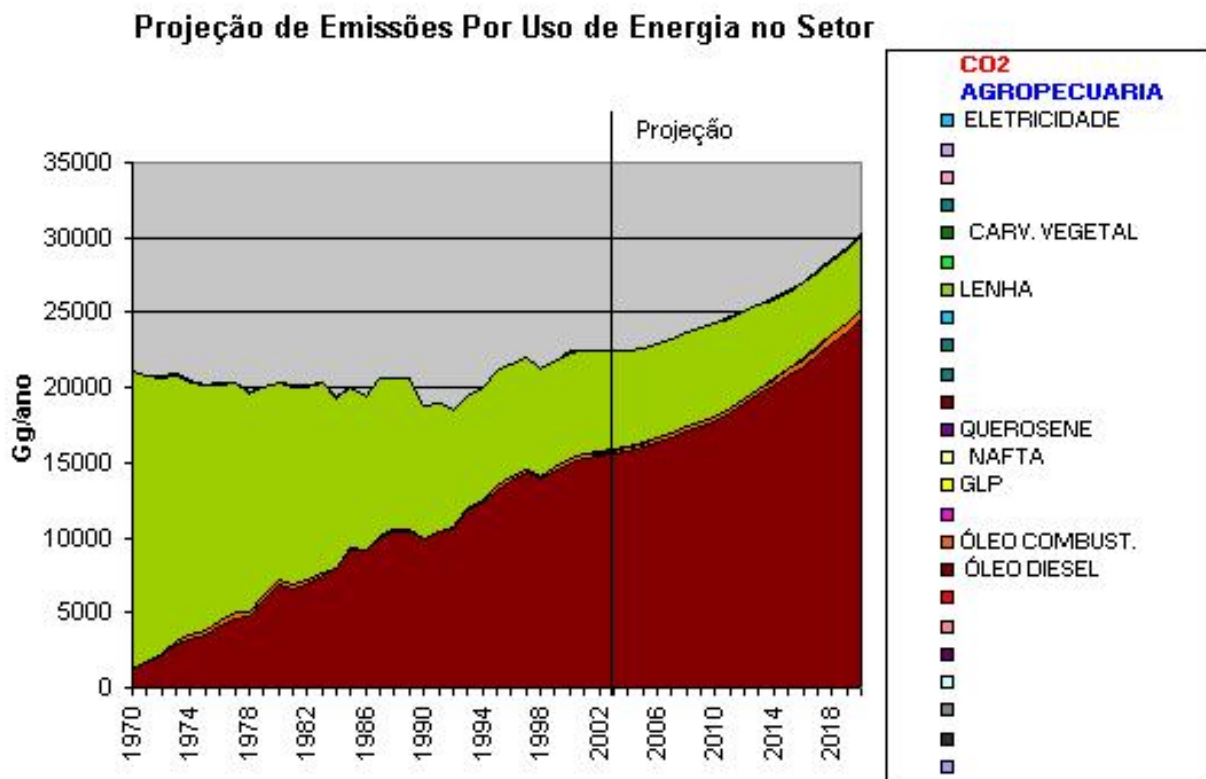


Figura 23: Emissões Históricas e Projetadas de CO₂ no Setor Agropecuário, provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 10: Emissões de CO₂ em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	7053	6319	6138	5079	4812 *
TOTAL PRIMAR	7053	6319	6138	5079	4812
ÓLEO DIESEL	15010	16028	17793	20773	24602

ÓLEO COMBUST.	285	246	289	408	607
GLP	36	22	24	34	49
NAFTA	0	0	0	0	0
QUEROSENE	0	0	0	0	0
ELETRICIDADE	0	0	0	0	0
CARV. VEGETAL	23	26	45	85	156 *
TOTAL SECUNDÁRIA	15354	16323	18152	21300	25415
Total Sem Biomassa	15354	16323	18152	21300	25415
TOTAL	22407	22642	24290	26378	30227

(*) Emissões não contabilizáveis por provirem de biomassa renovável

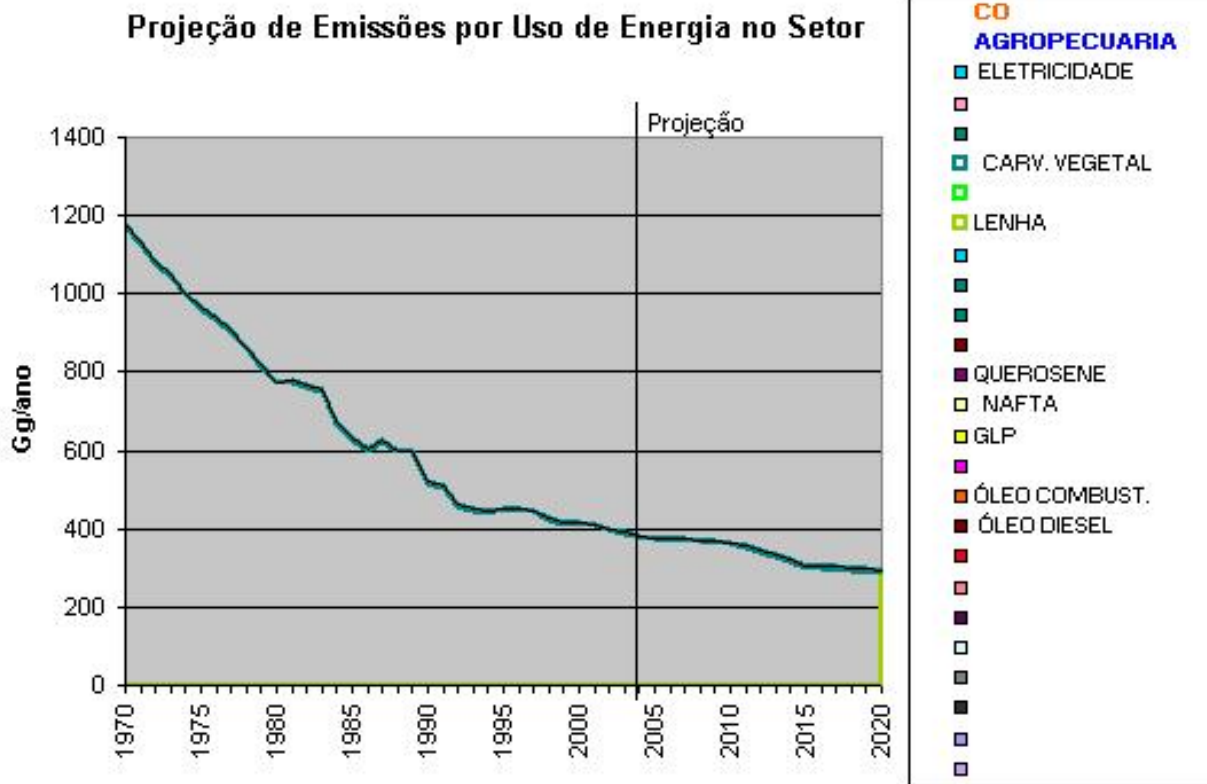


Figura 24: Emissões Históricas e Projetadas de CO no Setor Agropecuário, provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 11: Emissões de CO em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	416.21	372.93	362.24	299.71	283.97
TOTAL PRIMAR	416.21	372.93	362.24	299.71	283.97
ÓLEO DIESEL	0.19	0.20	0.23	0.26	0.31
ÓLEO COMBUST.	0.10	0.09	0.10	0.15	0.22
GLP	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	1.58	1.78	3.06	5.74	10.53
TOTAL SECUNDÁRIA	1.88	2.08	3.40	6.16	11.07
Total Sem Biomassa	1.88	2.08	3.40	6.16	11.07
TOTAL	418.09	375.00	365.64	305.86	295.04

(*) Emissões não contabilizadas por provirem de biomassa renovável

Projeção de Emissões Por Uso de Energia no Setor

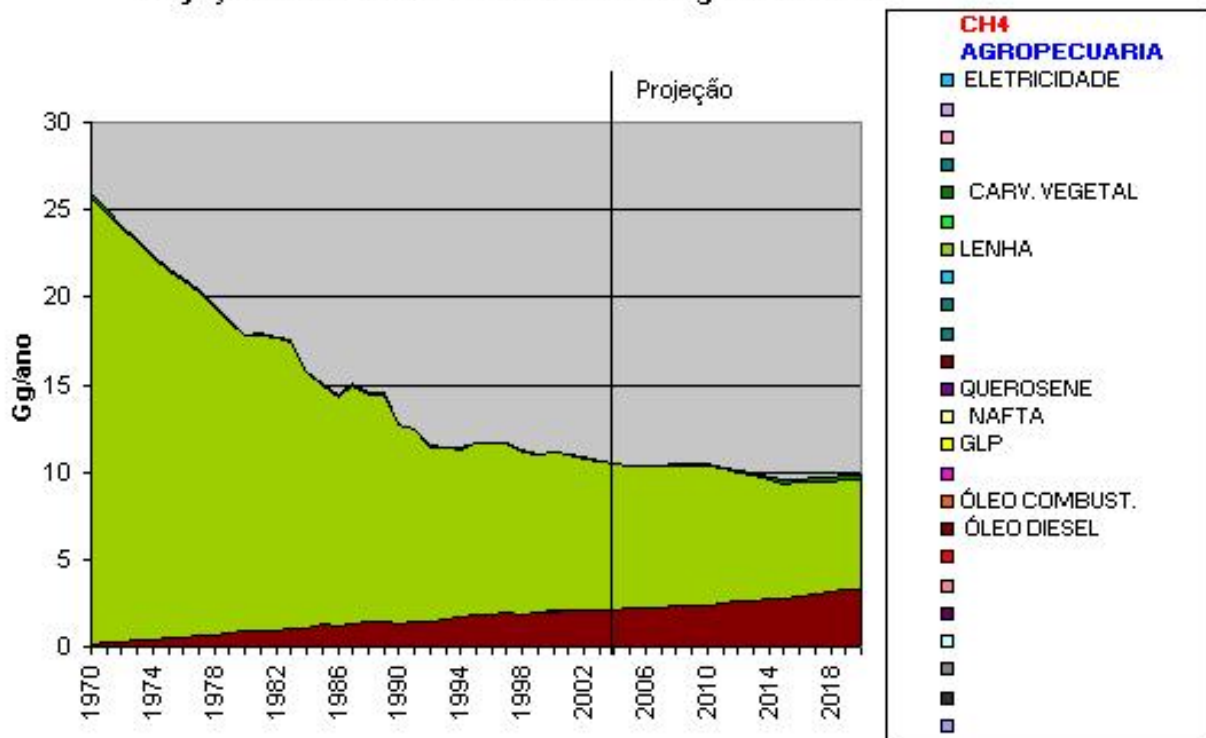


Figura 25: Emissões Históricas e Projetadas de CH4 no Setor Agropecuário, provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 12: Emissões de CH4 em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	9.10	8.15	7.92	6.55	6.21
TOTAL PRIMAR	9.10	8.15	7.92	6.55	6.21
ÓLEO DIESEL	2.03	2.17	2.40	2.81	3.32
ÓLEO COMBUST.	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
GLP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	0.05	0.05	0.09	0.16	0.30

TOTAL SECUNDÁRIA	2.08	2.22	2.50	2.98	3.64
TOTAL	11.18	10.37	10.42	9.53	9.84

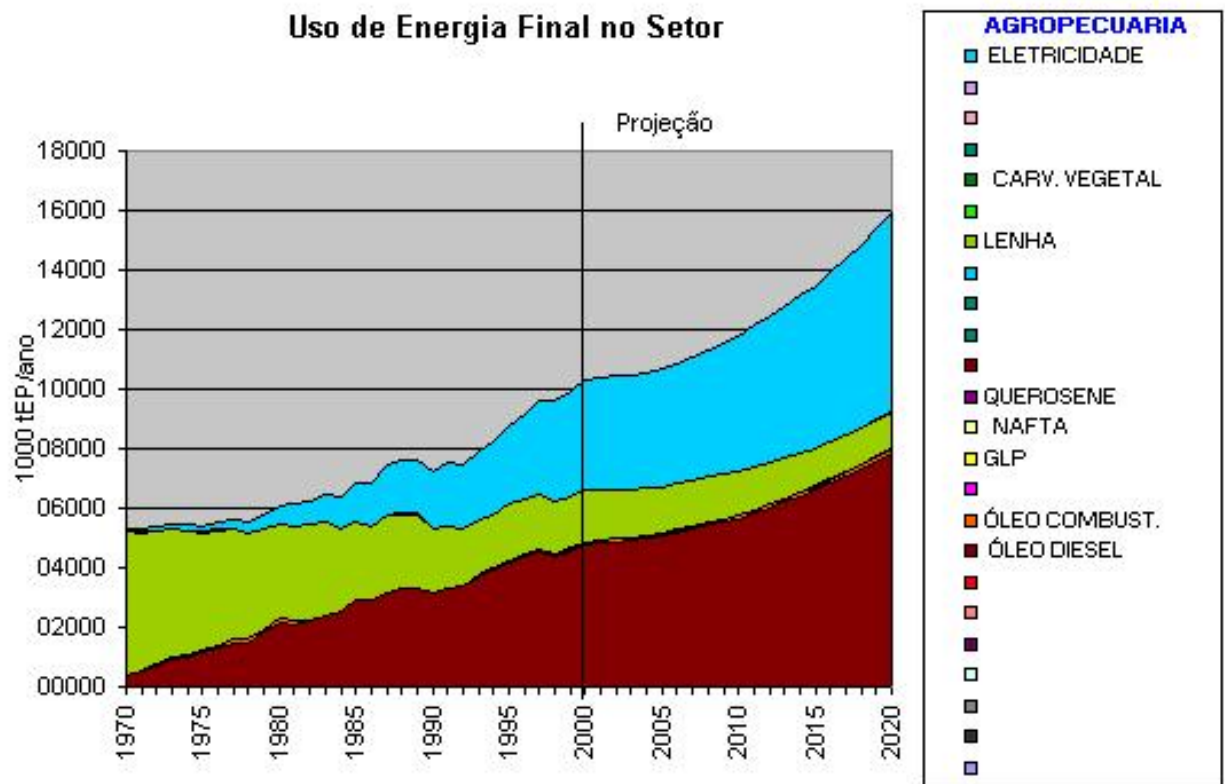


Figura 26: Emissões Históricas e Projetadas de NOX no Setor Agropecuário, provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 13 : Emissões de NOX em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	6.00	5.38	5.23	4.32	4.10
TOTAL PRIMAR	6.00	5.38	5.23	4.32	4.10
ÓLEO DIESEL	1.09	1.16	1.29	1.50	1.78
ÓLEO COMBUST.	0.90	0.77	0.91	1.28	1.91
GLP	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04

NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	0.02	0.03	0.04	0.08	0.15
TOTAL SECUNDÁRIA	2.03	1.98	2.26	2.90	3.88
TOTAL	8.04	7.36	7.49	7.22	7.98

Projeção de Emissões Por Uso de Energia no Setor

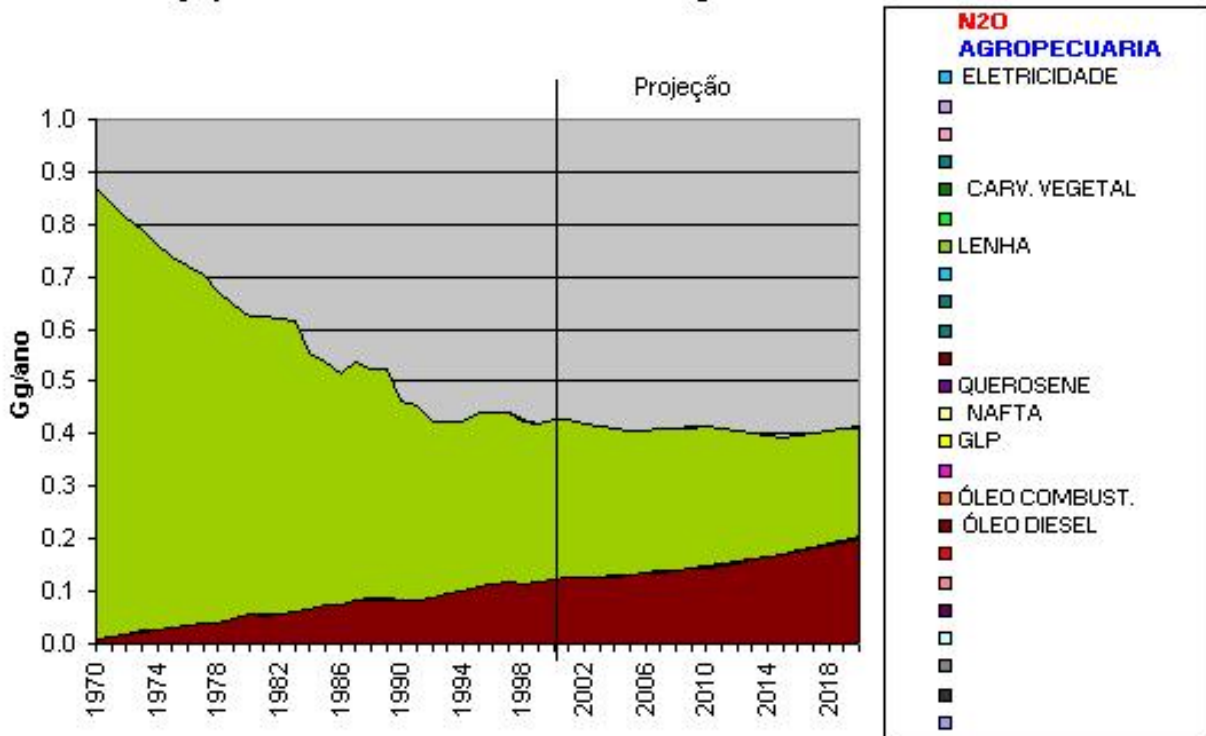


Figura 27: Emissões Históricas e Projetadas de N2O no Setor Agropecuário, provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 14: Emissões N2O em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	0.306	0.274	0.266	0.220	0.209

TOTAL PRIMAR	0.306	0.274	0.266	0.220	0.209
ÓLEO DIESEL	0.123	0.131	0.145	0.170	0.201
ÓLEO COMBUST.	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003
GLP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NAFTA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
QUEROSENE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ELETRICIDADE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CARV. VEGETAL	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
TOTAL SECUNDÁRIA	0.124	0.132	0.147	0.173	0.205
TOTAL	0.430	0.406	0.413	0.393	0.414

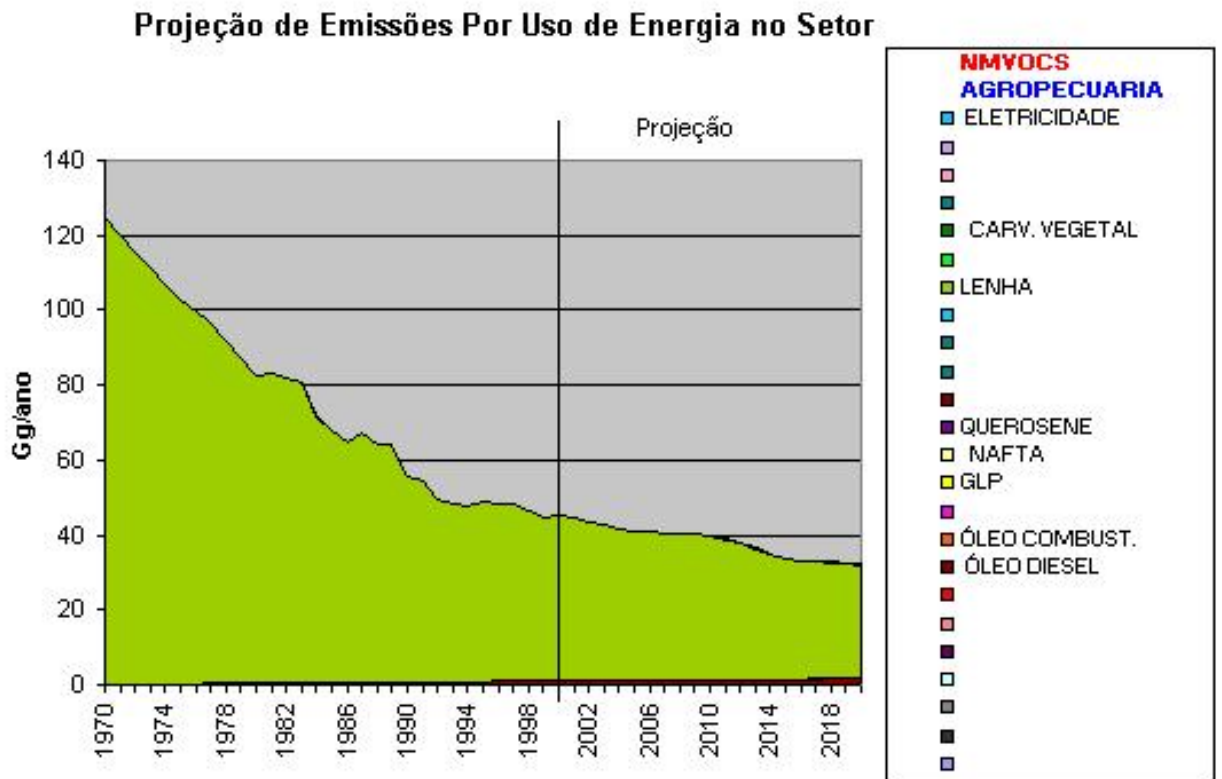


Figura 28: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Agropecuário de NMVOCs provenientes do uso final de energia por energético.

Tabela 15: Emissões NMVOCs em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
LENHA	44.37	39.75	38.61	31.95	30.27
TOTAL PRIMAR	44.37	39.75	38.61	31.95	30.27
ÓLEO DIESEL	1.02	1.09	1.21	1.42	1.68
ÓLEO COMBUST.	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
GLP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	0.02	0.03	0.04	0.08	0.15
TOTAL SECUNDÁRIA	1.07	1.14	1.28	1.53	1.87
TOTAL	45.43	40.89	39.89	33.48	32.14

[1] Pode-se lembrar que no caso dos produtos agrícolas os inconvenientes de se usar preços constantes, do ponto de vista econômico, são consideravelmente menores que em outros setores onde não existe a exata correspondência entre os produtos. Obviamente uma tonelada de soja (mesmo a transgênica) de 2000 é mais facilmente comparável que uma tonelada de soja produzida em 1970 (30 anos de intervalo) do que um computador de 1990 com um de 2000 (dez anos de intervalo).

[M1]

[M2] [M3]

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
 Edição Eletrônica

Revised/Revisado:
 Sunday, 28 August 2005

**BUSCA****CORREIO****DADOS ECONÔMICOS****DOWNLOAD****e&e ANTERIORES****e&e No 28****Matriz Energética e de Emissões:****Página Principal****Setor Industrial****Energia e Emissões****Setor Agropecuário**

Nota sobre a Redação:

Trata-se de resultado referente à projeção do consumo de energia na indústria e das emissões correspondentes. A numeração das figuras e tabelas corresponde ao relatório entregue ao MCT que estará integralmente disponível para os leitores da e&e.

Setor Industrial

TEXTO COMPLETO DOS SETORES ESTUDADOS, EM WORD, PARA DOWNLOAD

**Evolução da Razão
Capital/Produto no Brasil
e nos Países da OCDE**

Coordenador : Carlos Feu Alvim feu@ecen.com

Equipe Técnica: Carlos Feu Alvim, Aumara Feu (*), Eduardo Marques, Frida Eidelman, Omar Campos Ferreira, Othon Luiz Pinheiro da Silva

**Dívida Pública e
Reservas do Brasil**

Estudaremos, neste capítulo, a evolução dos coeficientes energia/produto e a distribuição do consumo em energia equivalente pelas diversas fontes de energia finais, visando a projeção do consumo de energia final (usando os coeficientes que refletem a eficiência relativa dos energéticos) para o Setor Industrial.

<http://ecen.com>**Vínculos e&e**

Essa abordagem também é possível para cada uma das atividades industriais e deverá ser feita nos trabalhos referentes à matriz energética.

**Matriz Energética e de
Emissões**

A utilização dos coeficientes de emissão relativos às diversas fontes de energia final para o setor permite obter a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa no uso de energia pelo setor.

<http://ecen.com/matriz>

a) Participação do Setor Industrial no PIB

A participação histórica dos setores no PIB foi discutida no item 4 onde foram apresentados dados históricos para o Brasil e países da OCDE a preços correntes e a preços constantes. Foi visto que a perda de participação do setor a preços correntes foi, nos países da OCDE, bastante superior à observada a preços constantes. No caso do Brasil, a participação do Setor Industrial caiu, em relação à década de oitenta, tanto a preços constantes como correntes, conforme é mostrado na Figura 29.

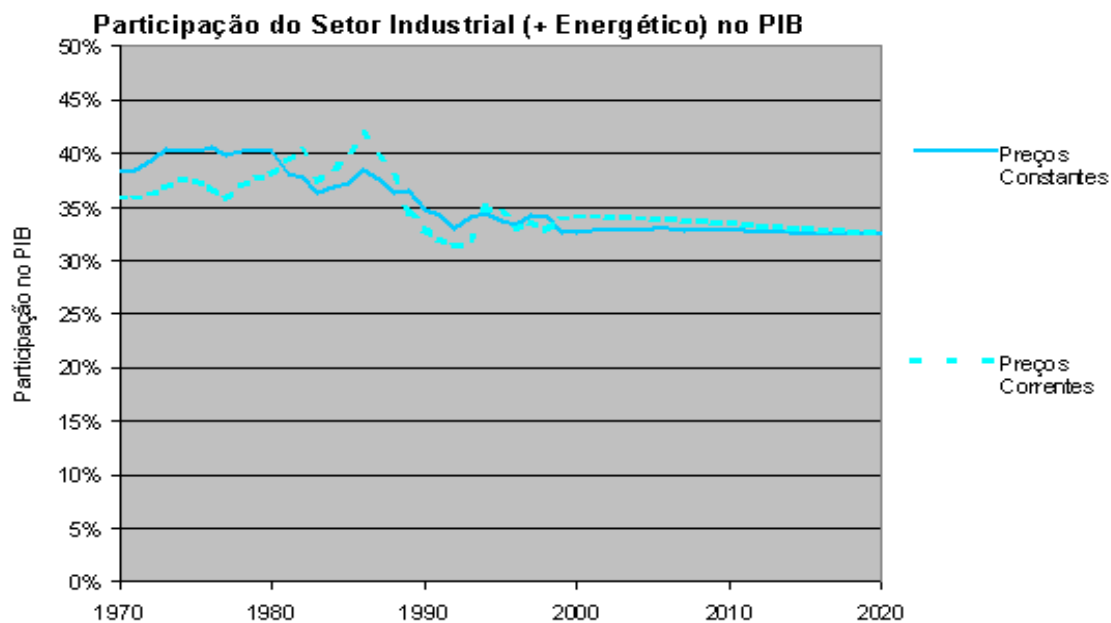


Figura 29: Valores históricos e projetados da participação do setor industrial + energético no PIB, a preços constantes e correntes, para o Brasil. Nas comparações internacionais, deve-se comparar a soma dos dois setores com a participação da indústria no PIB para outros países.

Tendo em vista a queda da participação do setor industrial nas décadas oitenta e noventa do século passado e levando em conta que o Brasil não chegou a ser um país industrializado na plena acepção dessa palavra [1] preferimos manter a participação do setor industrial e energético aproximadamente na mesma proporção observada para os últimos anos da série histórica disponível. A participação média na OCDE do produto industrial no PIB era cerca de 30% em 1995. Deve-se notar que países como Japão e Alemanha ainda mantêm participações da indústria de cerca de 35% e que a média OCDE é fortemente influenciada pela baixa participação dos EUA que mantém, por vários anos, um déficit comercial externo mormente constituído de produtos industriais.

Os valores projetados para o Brasil da participação dos setores industrial e energético foram, respectivamente, de 28,0% e 4,5% totalizando 32,5% e a relação entre as participações a preços correntes e constantes foi suposta, em ambos os casos, tendendo para 1. Na Figura 30, mostramos, a preços constantes, a evolução suposta para os setores energético e industrial.

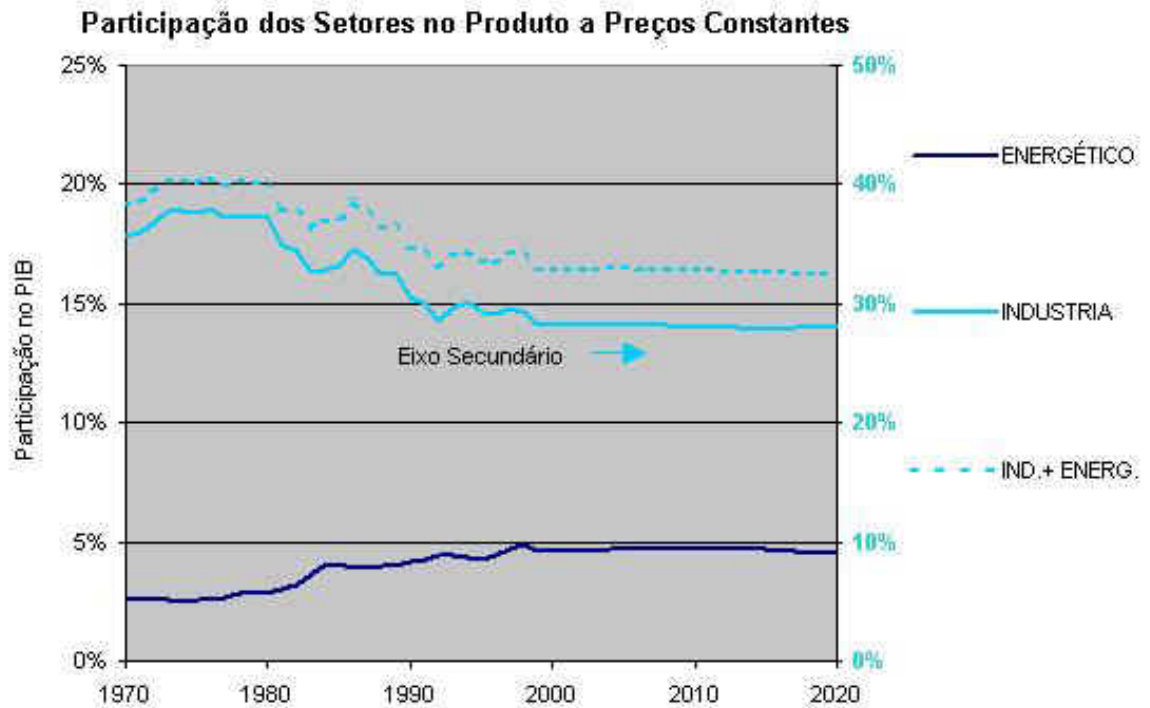


Figura 30: Valores históricos e projetados de energia equivalente / produto para o Setor Agropecuário no Brasil a preços constantes. Nota-se a regularidade e constância dessa razão a preços constantes.

b) Razão Energia Equivalente / Produto Setor

A razão energia equivalente / produto do setor industrial mostra elevação sistemática a preços constantes ou correntes como pode ser visto na Figura 31. Aparentemente esses valores estariam tendendo para um valor limite. Os valores projetados se estabilizariam em 0,42 kEP/US\$94. Uma análise preliminar dos dados para as diversas atividades industriais mostra que o aumento da razão energia/produto se deveu fundamentalmente ao setor metalúrgico.

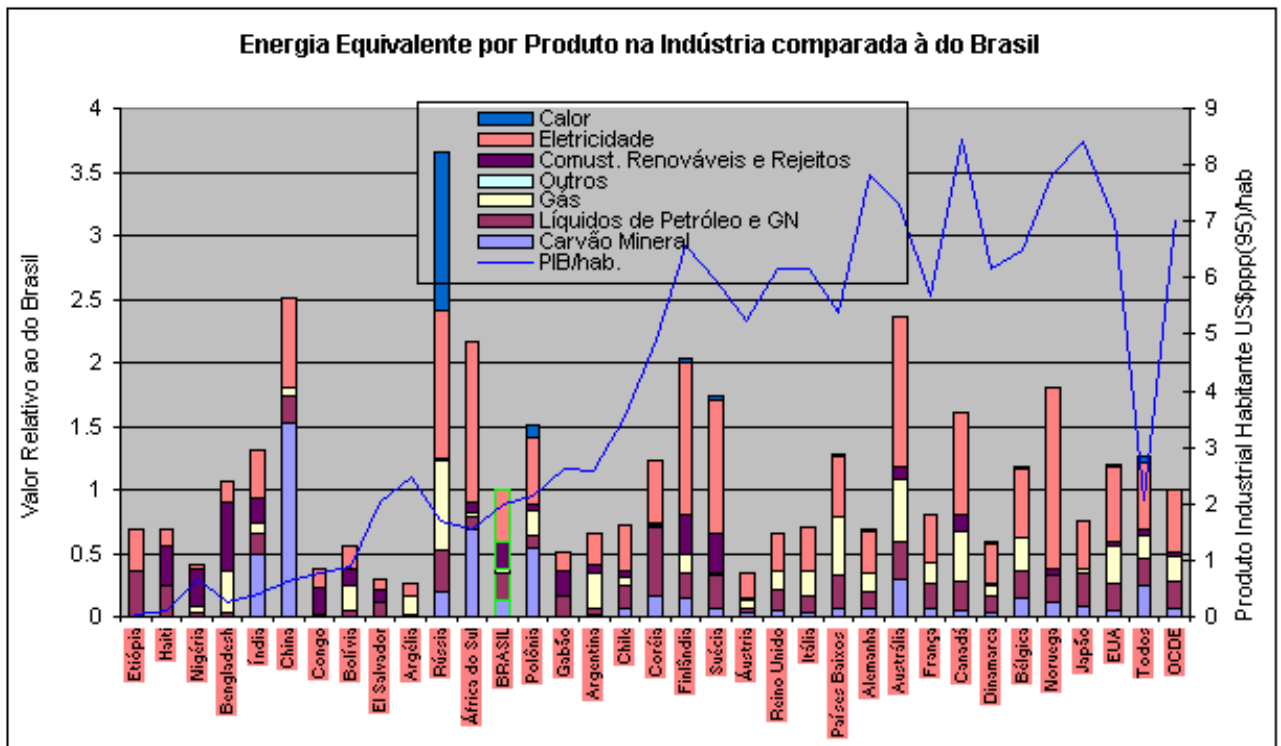


Figura 31: Energia Equivalente / Produto Industrial em diversos países em ordem de PIB per capita (ppp - paridade de poder de compra). Existe uma grande variação nos valores observados que dependem fortemente das atividades industriais de cada país. A linha azul, no gráfico representa o produto industrial per capita)

É interessante apurar a situação da indústria brasileira em relação à de outros países. Na Figura 32, mostra-se a razão energia equivalente / produto para diversos países. Além dos países do atual e antigo bloco comunista, os países que se destacam por suas atividades em mineração e metalurgia apresentam valores mais elevados de energia equivalente/produto.

Existe uma grande dispersão de valores sendo que o Brasil tinha um valor energia equivalente/produto praticamente igual ao da OCDE em 1995. A hipótese adotada de que a intensidade energética atual permaneça constante parece coerente com essa observação. Uma melhor avaliação depende de uma análise prospectiva das diferentes atividades industriais no Brasil.

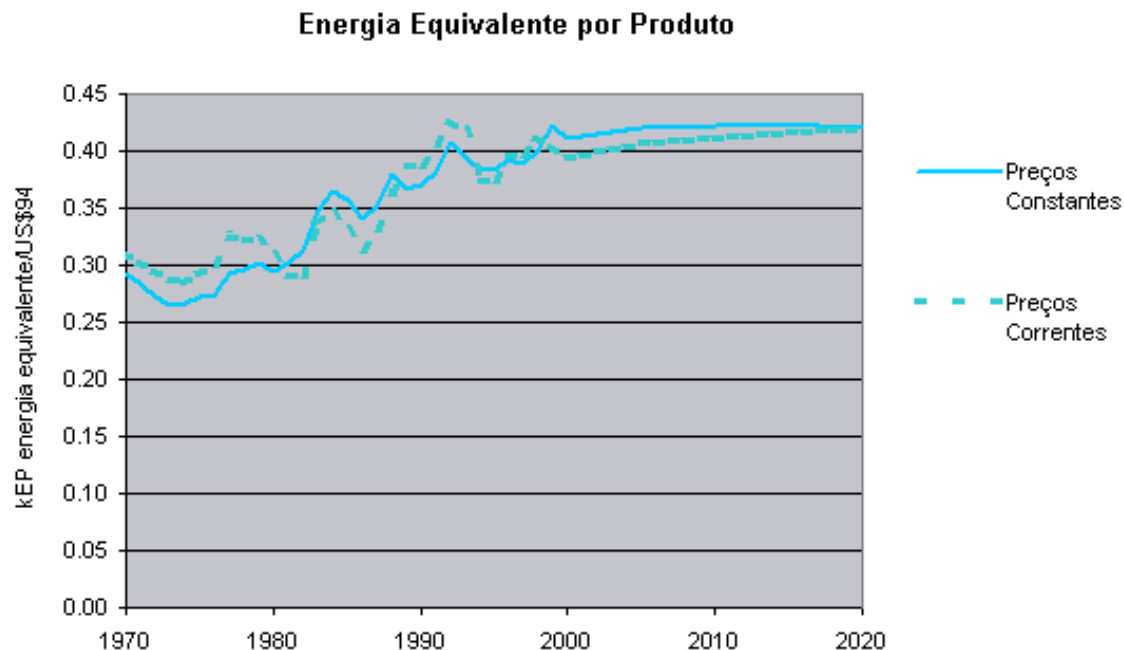


Figura 32: Avaliação da evolução do parâmetro energia equivalente/produto no setor industrial.

c) Projeção da Energia Equivalente e Final para o Setor Industrial

A metodologia de avaliar a participação dos setores a preços constantes no PIB foi descrita anteriormente quando se discutiu o Setor Agropecuário. A participação do Setor Industrial projetada é mostrada na Figura 32. Os dados de participação, para anos intermediários, foram mostrados na Tabela 5.

A partir do PIB (em valores de dólares equivalentes ao de 1994) é possível obter os valores do Produtos Setoriais correspondentes que foram mostrados na

Tabela 6. Multiplicando os Valores do Produto Industrial assim projetados pelos valores anuais do parâmetro energia equivalente/produto industrial projetado chega-se à demanda em energia equivalente.

$$EE \text{ indústria (ano } i) = \text{Prod. Industrial (ano } i) * (EE/PI) \text{ (ano } i)$$

A Figura 33 mostra a evolução dos valores do produto a preços constantes e da energia equivalente no Setor Industrial. Os valores históricos refletem o aumento da razão energia/produto mostrada na Figura 32 que provoca um distanciamento das curvas, principalmente após o ano de 1980, onde a produção industrial se dirigiu para produtos semi-acabados.

Produto e Uso de Energia Equivalente no Setor Industrial

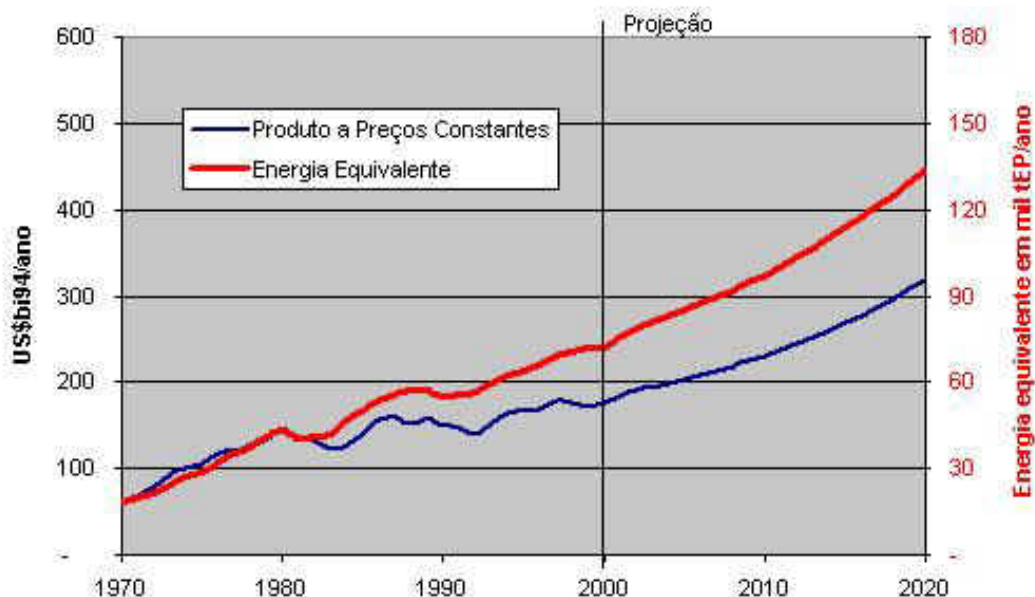


Figura 33: Evolução histórica e projeção da atividade econômica (medida pela demanda de energia equivalente) e do produto para o Setor Industrial

d) Participação dos Energéticos na Indústria em Energia Equivalente

A participação dos energéticos para a indústria foi feita em duas etapas. Uma primeira aproximação é feita considerando os energéticos agrupados como é feito na apresentação dos Balanços Energéticos da OCDE. Esta classificação é aplicada de maneira a agrupar os derivados de petróleo, de gás natural e de carvão guardando uma idéia da fonte primária de origem. Isso facilita a planejar o atendimento da demanda em função das disponibilidades. Em uma segunda etapa, considerou-se a participação percentual dos energéticos em cada subgrupo.

A metodologia adotada torna possível rever as participações entre os energéticos de forma a possibilitar o estudo de substituições entre energéticos de outros grupos.

Na Figura 34, mostramos a evolução da participação dos energéticos, assim agrupados, observada historicamente e a projetada. Ao projetarmos esta participação também consideramos a comparação da participação dos energéticos no Brasil com a de outros países.

Na Tabela 16, mostramos as participações dos energéticos agrupados, extraídas dos dados da OCDE em energia final e convertidas em energia equivalente, de acordo com metodologia descrita anteriormente [F1]. Como o BEN não considera separadamente a energia na forma de calor, o total foi renormalizado distribuindo seu valor entre os outros energéticos (exclusive a eletricidade) como mostrado na Tabela 17 onde estão indicadas as participações adotadas para o ano de 2020 no Brasil.

Tabela 16: Participação, em Energia Equivalente, de energéticos agrupados, no uso na Indústria no ano de 1996.

	Carvão	Deriv. de Petróleo e GN	Gás	Outros	Combust. Renov. e Rejeitos	Eletricidade	Calor	Total
Brasil	13.7%	20.5%	3.9%	0.0%	21.2%	40.8%	0.0%	100.0%
OCDE	6.6%	20.8%	20.0%	0.0%	2.3%	49.6%	0.7%	100.0%
Todos	19.9%	16.9%	14.5%	0.0%	3.4%	41.7%	3.7%	100.0%

Fonte: Dados de Energia Final de Balanços publicados pela OCDE e convertidos em energia equivalente pela e&e

Tabela 17: Renormalização de dados da Tabela 16 (sem o calor) e participação projetada para o Brasil

	Carvão	Deriv. De Petróleo e GN	Gás	Outros	Combust. Renov. e Rejeitos	Eletricidade	Total
Brasil	13.7%	20.5%	3.9%	0.0%	21.2%	40.8%	100.0%
OCDE	6.7%	21.1%	20.3%	0.0%	2.3%	49.6%	100.0%
Todos	21.2%	18.0%	15.5%	0.0%	3.6%	41.7%	100.0%
Brasil 2020	12.0%	18.0%	12.0%	0.0%	12.0%	46.0%	100.0%

Participação dos Energéticos em Energia Útil

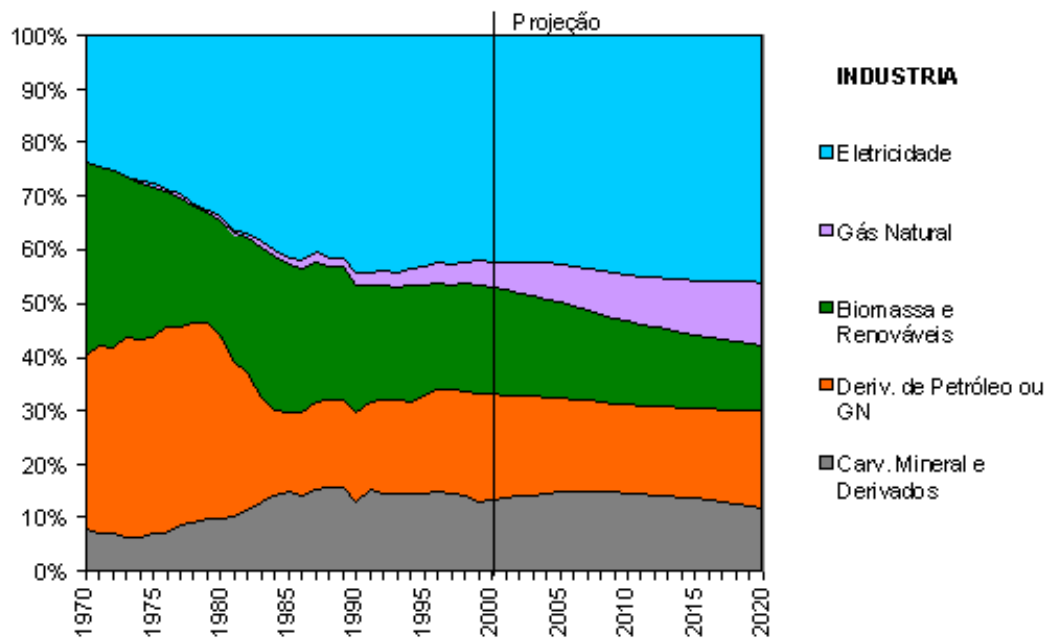


Figura 34: Participação histórica e projetada dos energéticos no Setor Industrial no Brasil

Na Figura 35, mostramos a participação dos energéticos na indústria para diversos países, ordenados por PIB/hab. Como era de se esperar a participação da energia elétrica cresce com o desenvolvimento e atinge um patamar de cerca de 50%. A participação da biomassa se reduz com o desenvolvimento. A participação do Gás Natural na indústria é bem superior à observada no Brasil, mostrando que existiria espaço para uma maior participação desse energético cuja maior aplicação dependerá da disponibilidade futura.

A participação do carvão mineral, no entanto, é praticamente o dobro da média da OCDE. Isso reflete o peso da siderurgia em nossa matriz industrial. Para o futuro, foi suposta, nesta primeira aproximação onde estamos tratando o setor industrial como um todo, que a participação do carvão mineral e seus derivados cairia dos atuais 13% (em 1999) para 12% (em 2020). Nos anos intermediários consideramos um acréscimo na participação do carvão mineral e seus derivados devido à necessidade de incrementar as exportações nos próximos anos.

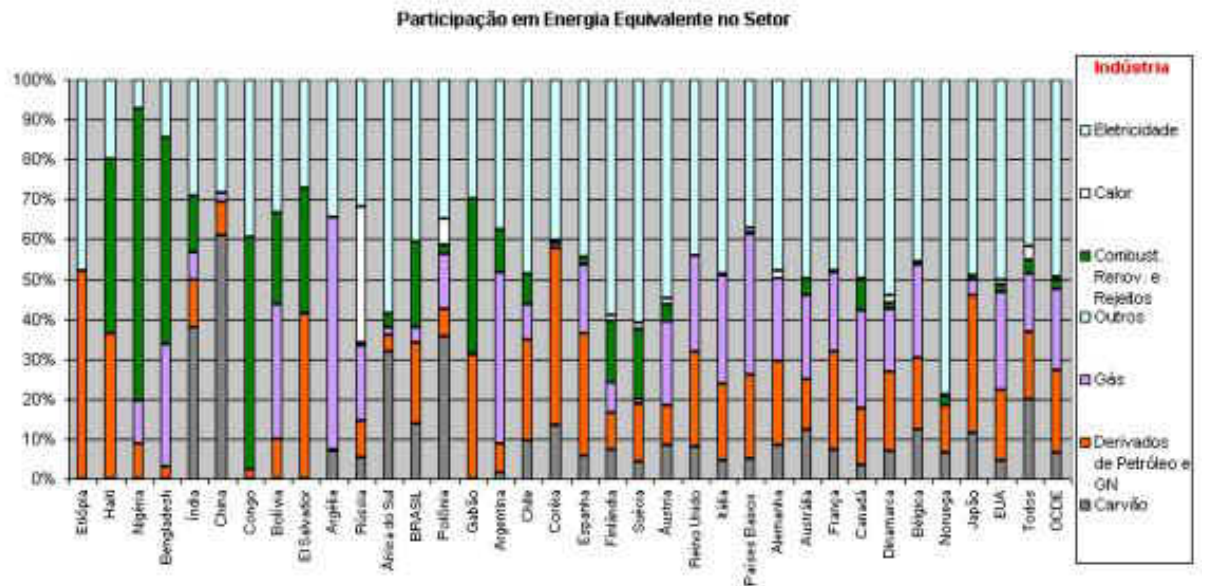


Figura 35: Participação do energéticos em uso no Setor Industrial nos diversos países, ordenados por PIB/hab.

Na Tabela 18, indicamos as participações em anos passados e as projetadas para anos intermediários até 2020.

Tabela 18: Valores de Participação dos energéticos agregados e valores projetados

INDUSTRIA	2020	1970	1995	1997	1998	1999	2000	2005	2010	2015	2020
Deriv. de Petróleo ou GN	18.0%	32.0%	18.1%	19.4%	19.5%	20.0%	19.6%	17.6%	16.5%	16.9%	18.0%
Gás Natural	12.0%	0.0%	3.2%	4.0%	3.8%	4.2%	4.7%	7.1%	8.7%	10.2%	12.0%
Carv. Mineral e Derivados	12.0%	8.0%	14.5%	14.5%	14.1%	13.1%	13.4%	14.7%	14.6%	13.6%	12.0%
Biomassa e Renováveis	12.0%	36.1%	21.0%	19.4%	20.2%	20.5%	20.0%	17.9%	15.4%	13.7%	12.0%
Eletricidade	46.0%	23.9%	43.2%	42.7%	42.4%	42.2%	42.3%	42.6%	44.8%	45.7%	46.0%

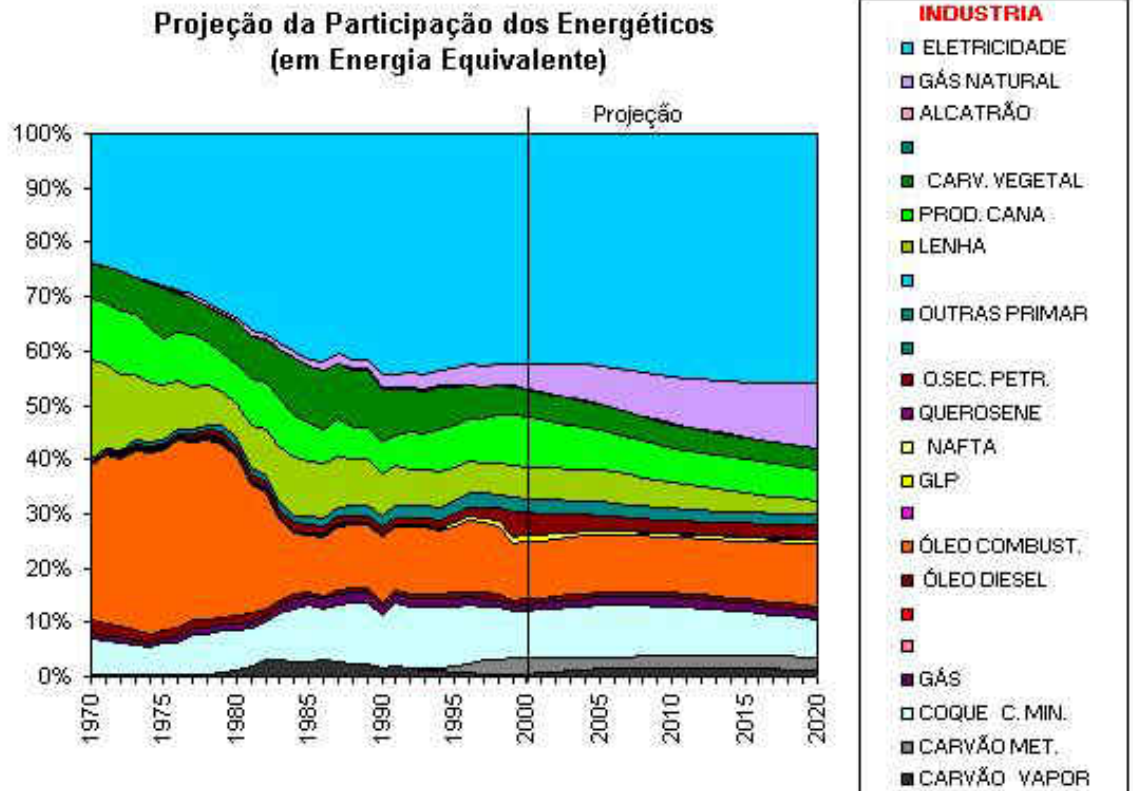
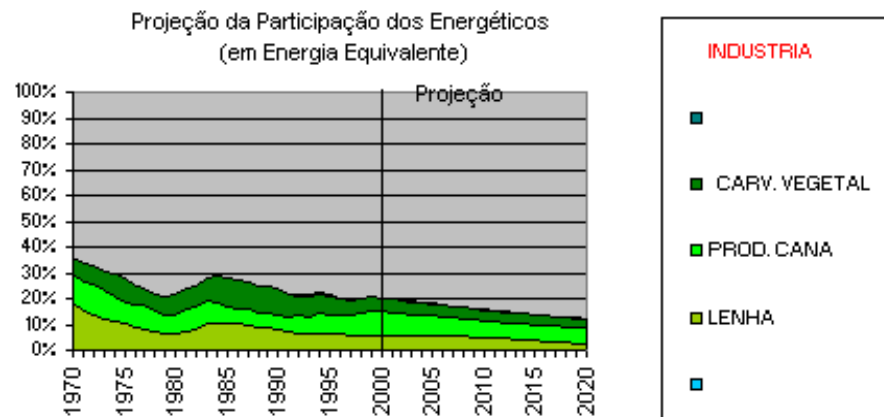


Figura 36: Participação histórica e projetada dos energéticos usados no Setor Industrial .

Para a definição das participações dos vários energéticos por grupo, foi utilizada a variação percentual de seus componentes. As Figuras 37 a 39 mostram a evolução e a projeção dos energéticos ao longo dos anos estudados.



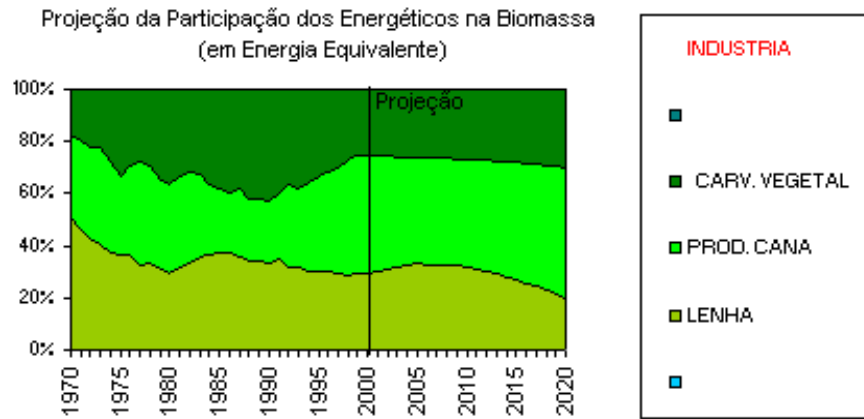


Figura 37: Participação da Biomassa e de seus componentes no consumo industrial (em energia equivalente)

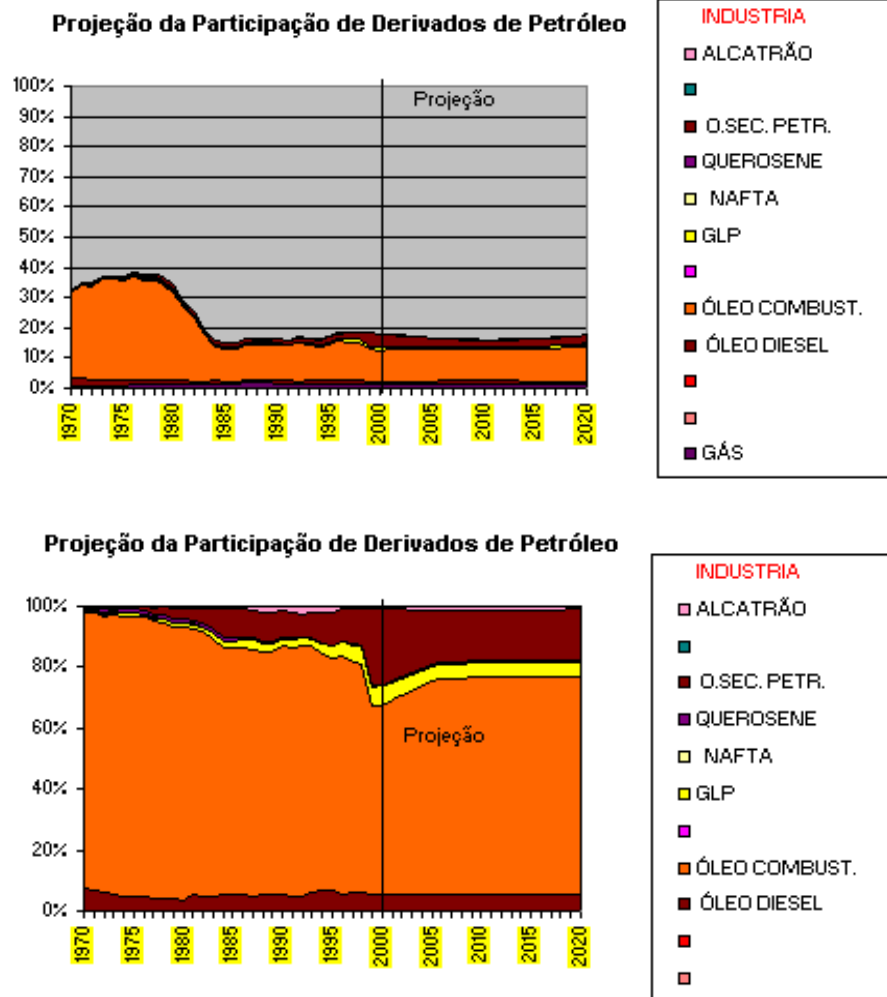
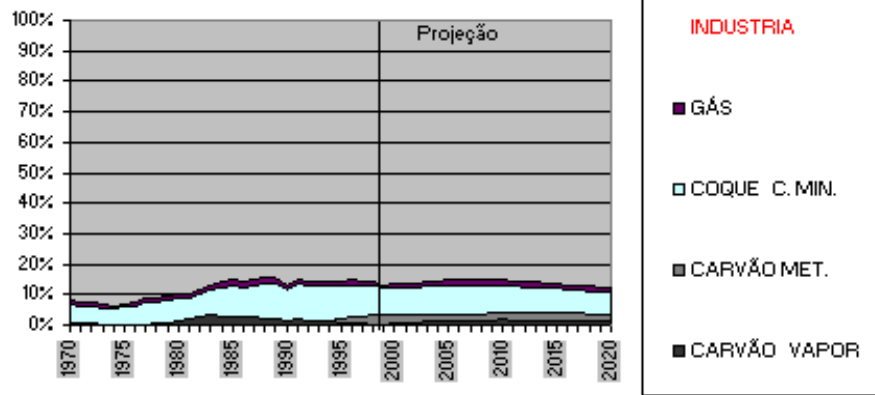


Figura 38: Participação dos Derivados de Petróleo (e GN) no consumo industrial (em energia equivalente) e participação de cada energético no grupo.

Projeção da Participação do Carvão Mineral e Derivados



Projeção da Participação do Carvão Mineral e Derivados

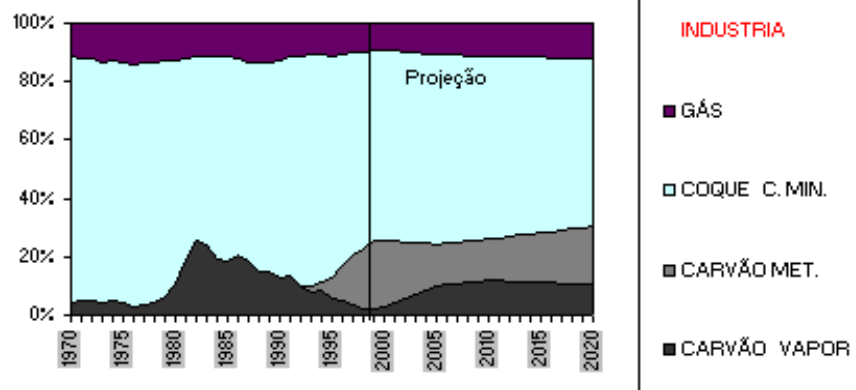


Figura 39: Participação do Carvão Mineral e seus derivados no consumo industrial (em energia equivalente) e participação de cada energético no grupo

d) Participação dos Energéticos em Energia Final

Os valores em energia equivalente foram, como nos outros setores, convertidos em energia final usando-se coeficientes de equivalência já descritos anteriormente (baseados nos valores de eficiência dos usos esperados para o futuro, conforme indicação no BEU/MME 1993).

Baseado nesses coeficientes de equivalência, foram obtidos o consumo de energia final por energético no Setor Industrial mostrados na Figura 39 3 Tabela 19. Os valores do Produto utilizados são os da Tabela 6.

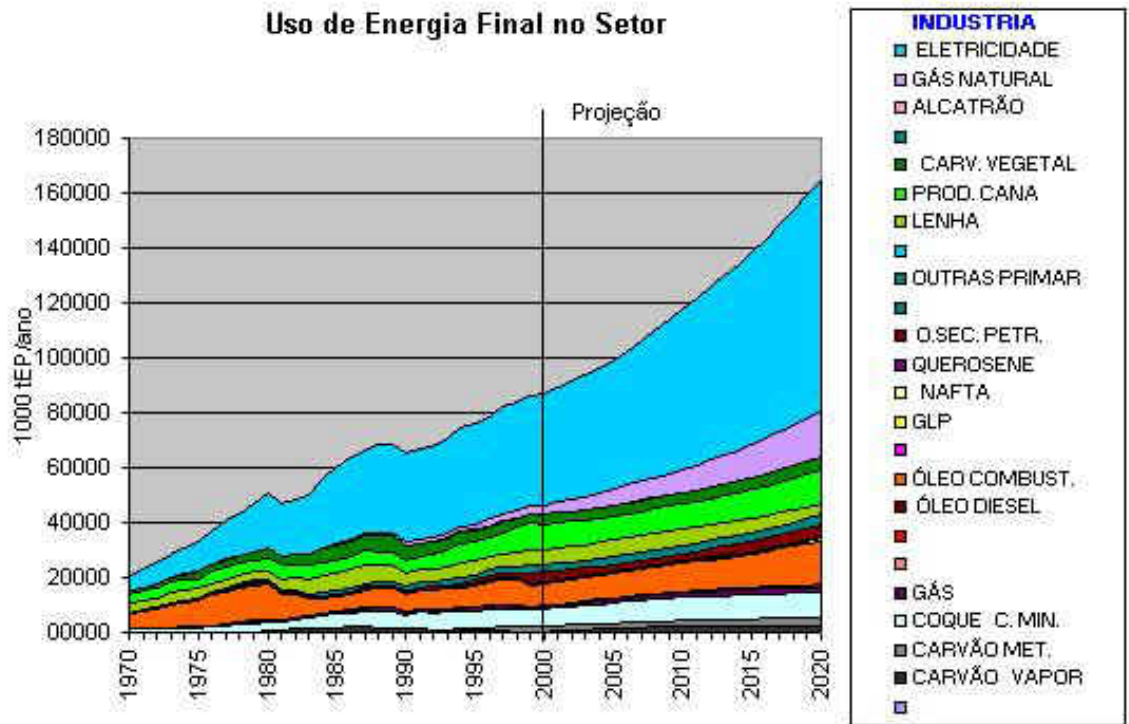


Figura 39: Consumo de Energia Final no Setor Industrial indicando-se os valores históricos e projetados

Tabela 19: Valores Projetados da Energia Final para o Setor Industrial (10^6 tEP)

Energia Final	10^3 tEP				
	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	3384	5910	8549	11848	16606
CARVÃO VAPOR	353	1602	2262	2338	2256
CARVÃO MET.	2132	1704	2001	2603	3225
LENHA	5174	6000	5958	5217	4058
PROD. CANA	9525	8873	9045	10389	12075
OUTRAS PRIMAR	2663	2794	2994	3242	3437
TOTAL PRIMAR	23231	26882	30809	35637	41658
ÓLEO DIESEL	485	487	544	667	875
ÓLEO COMBUST.	7586	8853	10150	12296	16050
GLP	766	620	653	792	998

NAFTA	0	0	1	11	33
QUEROSENE	62	83	105	138	197
GÁS	878	1305	1641	1836	2006
COQUE C. MIN.	5984	7512	8529	8932	9043
ELETRICIDADE	40490	46882	58545	70283	84288
CARV. VEGETAL	3522	3680	3903	4221	4738
O.SEC. PETR.	3744	2712	2792	3508	4598
ALCATRÃO	80	167	202	211	209
TOTAL SECUNDÁRIA	63598	72301	87063	102896	123037
Total Biomassa	15052	16475	17265	17944	18389
TOTAL	86829	99183	117872	138533	164695

e) Emissões Correspondentes ao Consumo em Energia Final

A partir do consumo em energia final e de coeficientes de emissão para o Setor, pode-se deduzir as emissões finais. Nessa avaliação foram usados os valores fornecidos pela equipe que está elaborando o Inventário Nacional de Emissões (valores fornecidos por Branca Americano à equipe da e&e). Como primeira aproximação, foram usados fatores constantes ao longo do período 2000 a 2020. Os fatores usados, mostrados na Tabela 21, correspondem aos fornecidos para o ano de 1999.

Cabe observar que somente estão mostrados os coeficientes de emissão para energéticos que foram projetados para uso no Setor no período 2000 a 2020. Os usos não energéticos não foram computados na avaliação de emissões.

Tabela 20: Coeficientes de Emissões no Setor Industrial CO₂ Gg/10³tEP demais t/10³tEP

	CO ₂	CO	CH ₄	NO _x	N ₂ O	NMVOCS
GÁS NATURAL	2.272	2.612	0.047	33.363	0.004	0.203
CARVÃO VAPOR	3.982	3.867	0.071	18.088	0.064	0.859
CARVÃO MET.	3.982	2.427	0.031	16.191	0.043	0.614
EN. HIDRAUL.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LENHA	4.097	74.271	0.937	4.648	0.172	2.148

PROD. CANA	4.144	74.073	1.289	2.932	0.172	2.148
OUTRAS PRIMAR	3.316	28.553	0.316	7.726	0.049	0.585
TOTAL PRIMAR	3.776	52.036	0.803	9.252	0.122	1.555
ÓLEO DIESEL	3.150	0.533	0.006	2.857	0.024	0.206
ÓLEO COMBUST.	3.290	2.128	0.091	13.330	0.019	0.215
GLP	2.682	2.510	0.067	32.633	0.004	0.215
NAFTA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
QUEROSENE	3.055	2.495	0.031	15.357	0.023	0.215
GÁS	4.380	3.378	0.045	45.213	0.004	0.203
COQUE C. MIN.	4.554	9.064	0.043	1.503	0.060	0.687
ELETRICIDADE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CARV. VEGETAL	4.458	171.826	8.591	4.296	0.172	4.296
ÁLCOOL ETIL.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O.SEC. PETR.	3.748	2.192	0.060	16.447	0.043	0.214
NÃO E. PET.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ALCATRÃO	3.982	3.394	0.043	22.638	0.026	0.215

Fonte: MCT: Comunicação de Branca Americana à e&e

A aplicação desses coeficientes aos dados de energia final fornece os valores de emissão indicados nos gráficos para cada gás, considerado como contribuindo para a formação do efeito estufa.. Os resultados para CO₂, CO, CH₄, NO_x, N₂O e NMVOCs são mostrados nas Figuras 40 a 45 e nas Tabelas 21 a 26.

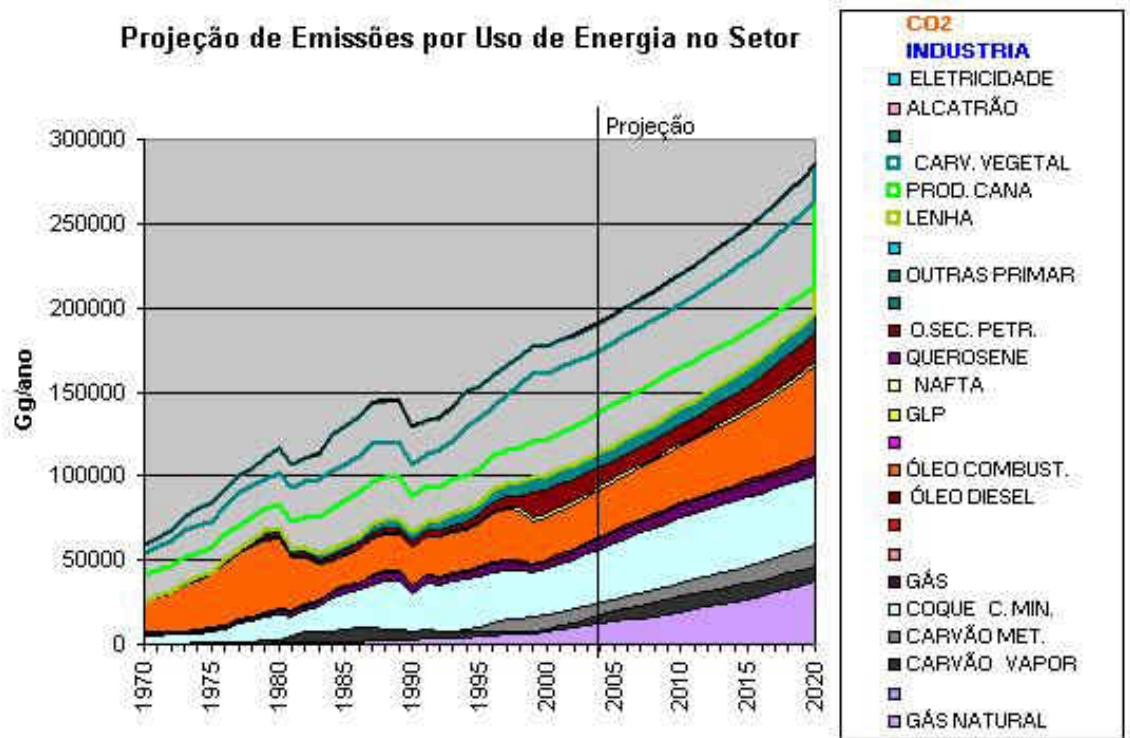


Figura 40: Emissões Históricas e Projetadas de CO₂ no Setor Industrial, provenientes do uso final de energia por energético. No caso das emissões de CO₂ (e CO, veja próxima Figura), os correspondentes ao uso da biomassa renovável não alteram o inventário no longo prazo e não contribuem para o efeito estufa. Esses valores são indicados de forma “vazada” na Figura.

Tabela 21: Emissões de CO₂ em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	7688	13424	19419	26914	37723
CARVÃO VAPOR	1407	6381	9008	9309	8982
CARVÃO MET.	8491	6785	7969	10367	12844
LENHA	21197	24585	24411	21376	16628 *
PROD. CANA	39473	36771	37485	43056	50044 *
OUTRAS PRIMÁRIAS	8830	9265	9928	10751	11399
TOTAL PRIMAR	87087	97211	108221	121772	137621
ÓLEO DIESEL	1529	1533	1713	2101	2757
ÓLEO COMBUST.	24961	29128	33394	40457	52808

GLP	2055	1663	1750	2125	2676
NAFTA	0	0	0	0	0
QUEROSENE	190	254	320	420	602
GÁS	3845	5717	7185	8042	8788
COQUE C. MIN.	27250	34208	38837	40672	41178
ELETRICIDADE	0	0	0	0	0
CARV. VEGETAL	15700	16402	17398	18817	21121 *
O.SEC. PETR.	14033	10164	10467	13148	17235
ALCATRÃO	317	665	803	839	833
TOTAL SECUNDÁRIA	89880	99733	111867	126623	147999
Total Sem Biomassa	114889	129207	149184	174654	209965
TOTAL	176967	196944	220088	248395	285619

(*) Emissões não contabilizáveis por provirem de biomassa renovável

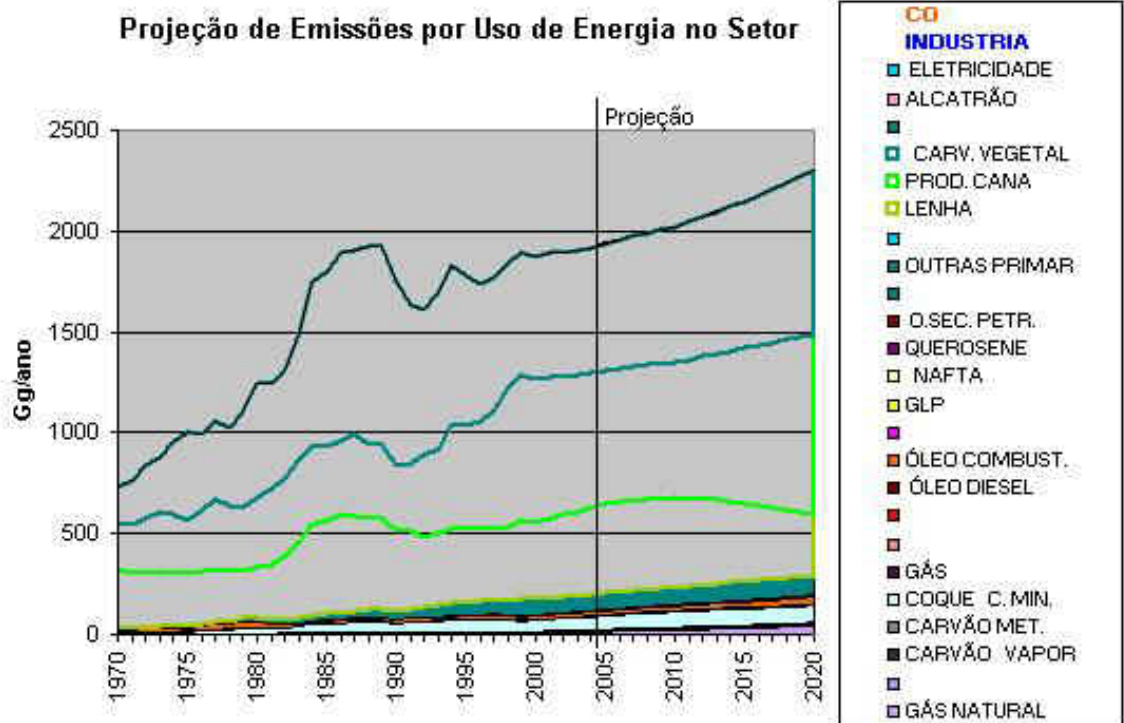


Figura 41: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Industrial proveniente do uso final de energia por energético.

Tabela 22: Emissões de CO em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	8.8	15.4	22.3	30.9	43.4
CARVÃO VAPOR	1.4	6.2	8.7	9.0	8.7
CARVÃO MET.	5.2	4.1	4.9	6.3	7.8
LENHA	384.2	445.7	442.5	387.5	301.4 *
PROD. CANA	705.5	657.2	670.0	769.5	894.4 *
OUTRAS PRIMAR	76.0	79.8	85.5	92.6	98.2
TOTAL PRIMAR	1181.2	1208.4	1233.9	1295.9	1353.9
ÓLEO DIESEL	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5
ÓLEO COMBUST.	16.1	18.8	21.6	26.2	34.2
GLP	1.9	1.6	1.6	2.0	2.5
NAFTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUEROSENE	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5
GÁS	3.0	4.4	5.5	6.2	6.8
COQUE C. MIN.	54.2	68.1	77.3	81.0	82.0
ELETRICIDADE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARV. VEGETAL	605.2	632.3	670.6	725.3	814.1 *
O.SEC. PETR.	8.2	5.9	6.1	7.7	10.1
ALCATRÃO	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7
TOTAL SECUNDÁRIA	689.3	732.1	784.1	849.8	951.3
Total Sem Biomassa	779.4	831.5	896.7	979.6	1100.6

TOTAL

1870.5 1940.5 2018.0 2145.7 2305.2

(*) Emissões não contabilizáveis por provirem de biomassa renovável

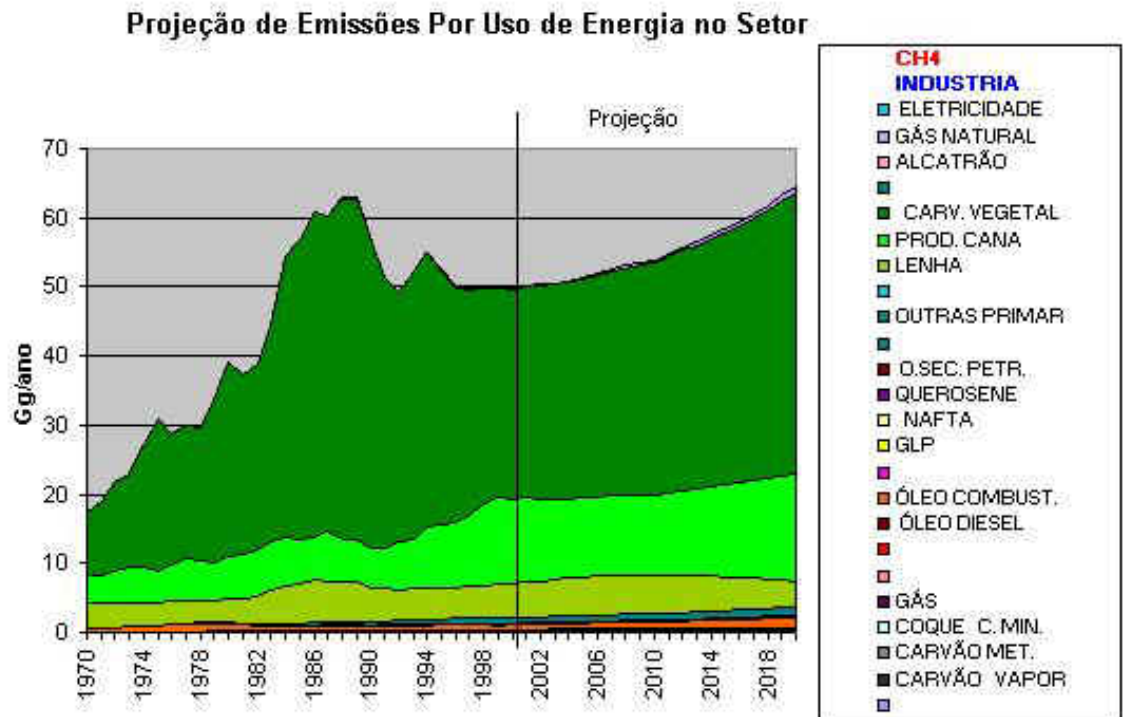


Figura 42: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Industrial proveniente do uso final de energia por energético. Destaca-se a predominância das emissões pelo uso da biomassa

Tabela 23: Emissões de CH4 em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8
CARVÃO VAPOR	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
CARVÃO MET.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
LENHA	4.8	5.6	5.6	4.9	3.8
PROD. CANA	12.3	11.4	11.7	13.4	15.6
OUTRAS PRIMAR	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1
TOTAL PRIMAR	18.2	18.4	18.8	20.1	21.5
ÓLEO DIESEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ÓLEO COMBUST.	0.7	0.8	0.9	1.1	1.5
GLP	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
NAFTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUEROSENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GÁS	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
COQUE C. MIN.	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
ELETRICIDADE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARV. VEGETAL	30.3	31.6	33.5	36.3	40.7
O.SEC. PETR.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
ALCATRÃO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL SECUNDÁRIA	31.5	33.0	35.1	38.1	43.0
TOTAL	32.6	34.2	36.5	39.8	45.0

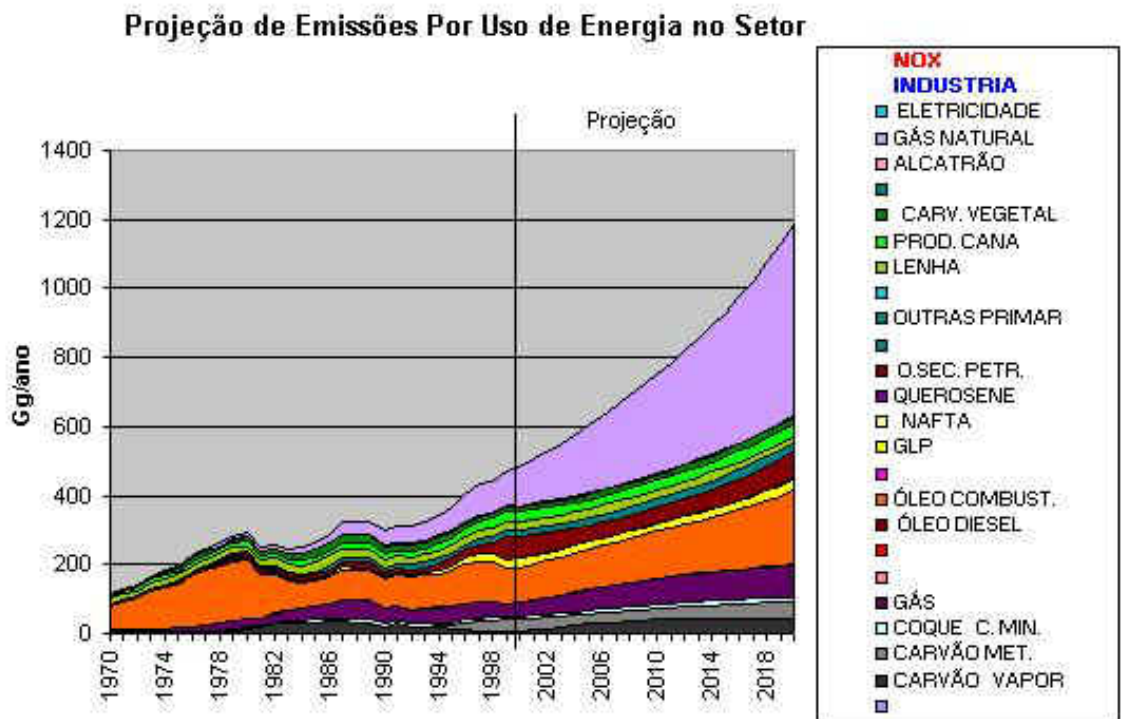


Figura 43: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Industrial proveniente do uso final de energia por energético. Destaca-se a contribuição do Gás Natural nesse tipo de emissão.

Tabela 24 : Emissões de NOX em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	112.91	197.16	285.21	395.28	554.03
CARVÃO VAPOR	6.39	28.98	40.91	42.28	40.80
CARVÃO MET. LENHA	34.52	27.58	32.40	42.15	52.22
PROD. CANA	27.93	26.02	26.52	30.46	35.41
OUTRAS PRIMAR	20.57	21.59	23.13	25.05	26.56
TOTAL PRIMAR	226.37	329.22	435.87	559.47	727.88
ÓLEO DIESEL	1.39	1.39	1.55	1.91	2.50
ÓLEO COMBUST.	101.13	118.01	135.30	163.92	213.95
GLP	25.01	20.23	21.30	25.85	32.57
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.95	1.27	1.61	2.11	3.03
GÁS	39.69	59.02	74.17	83.02	90.72
COQUE C. MIN.	9.00	11.29	12.82	13.43	13.60
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	15.13	15.81	16.77	18.13	20.35
O.SEC. PETR.	61.58	44.60	45.93	57.70	75.63
ALCATRÃO	1.80	3.78	4.57	4.77	4.74
TOTAL SECUNDÁRIA	255.68	275.41	314.01	370.83	457.08
TOTAL	482.05	604.62	749.88	930.30	1184.96

Projeção de Emissões Por Uso de Energia no Setor

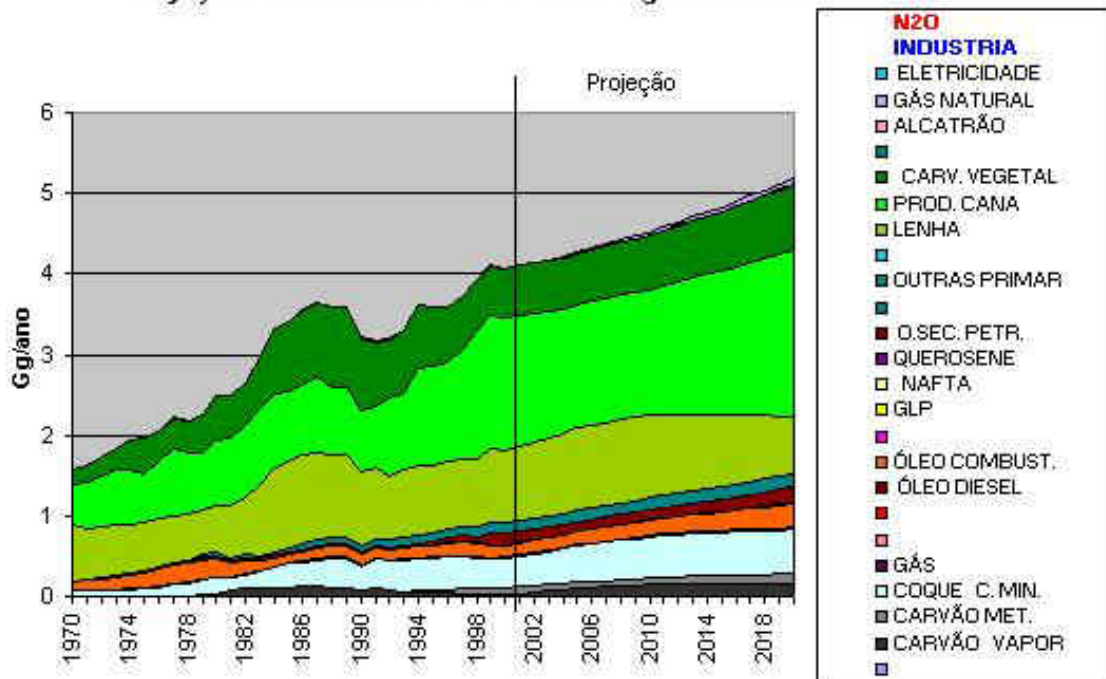


Figura 44: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Industrial proveniente do uso de final de energia por energético.

Tabela 26: Emissões N2O em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GAS NATURAL	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07
CARVÃO VAPOR	0.02	0.10	0.15	0.15	0.14
CARVÃO MET.	0.09	0.07	0.09	0.11	0.14
LENHA	0.89	1.03	1.02	0.90	0.70
PROD. CANA	1.64	1.52	1.55	1.79	2.07
OUTRAS PRIMAR	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
TOTAL PRIMAR	2.78	2.89	2.99	3.15	3.29
ÓLEO DIESEL	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
ÓLEO COMBUST.	0.14	0.16	0.19	0.23	0.30
GLP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

GÁS	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
COQUE C. MIN.	0.36	0.45	0.51	0.54	0.54
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	0.61	0.63	0.67	0.73	0.81
O.SEC. PETR.	0.16	0.12	0.12	0.15	0.20
ALCATRÃO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
TOTAL SECUNDÁRIA	1.29	1.39	1.52	1.68	1.90
TOTAL	4.07	4.28	4.51	4.83	5.19

Projeção de Emissões Por Uso de Energia no Setor

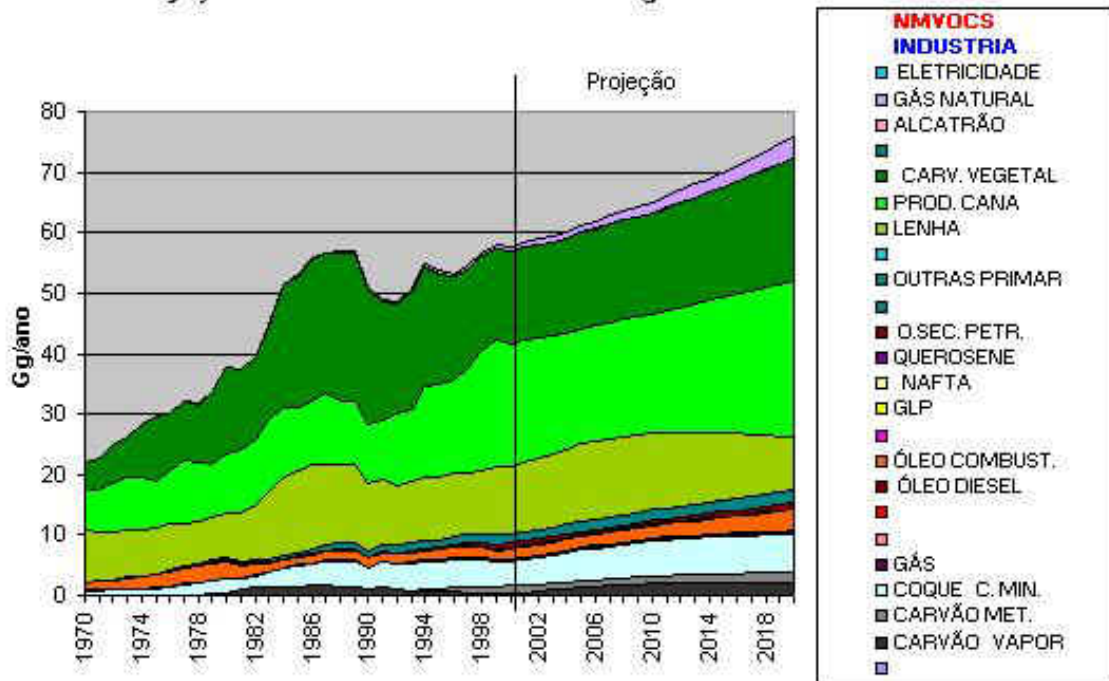


Figura 45: Emissões Históricas e Projetadas no Setor Industrial de Outros compostos voláteis de carbono (não metanos) proveniente do uso final de energia por energético.

Tabela 25: Emissões NMVOCs em Gg/ano

	2000	2005	2010	2015	2020
GÁS NATURAL	0.69	1.20	1.74	2.41	3.38

CARVÃO VAPOR	0.30	1.38	1.94	2.01	1.94
CARVÃO MET.	1.31	1.05	1.23	1.60	1.98
LENHA	11.11	12.89	12.80	11.21	8.72
PROD. CANA	20.46	19.06	19.43	22.31	25.94
OUTRAS PRIMAR	1.56	1.64	1.75	1.90	2.01
TOTAL PRIMAR	35.43	37.21	38.89	41.44	43.96
ÓLEO DIESEL	0.10	0.10	0.11	0.14	0.18
ÓLEO COMBUST.	1.63	1.90	2.18	2.64	3.45
GLP	0.16	0.13	0.14	0.17	0.21
NAFTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QUEROSENE	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04
GÁS	0.18	0.27	0.33	0.37	0.41
COQUE C. MIN.	4.11	5.16	5.86	6.14	6.22
ELETRICIDADE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARV. VEGETAL	15.13	15.81	16.77	18.13	20.35
O.SEC. PETR.	0.80	0.58	0.60	0.75	0.99
ALCATRÃO	0.02	0.04	0.04	0.05	0.04
TOTAL SECUNDÁRIA	22.15	24.00	26.06	28.42	31.89
TOTAL	57.58	61.21	64.95	69.86	75.85

(*) Parte da análise de dados setoriais, faz parte do Trabalho de Tese de Doutorado de Aumara Feu em curso no Departamento de Economia da Universidade de Brasília.

[1] Nota-se que a expressão “País Industrializado” era utilizada, até o final da década de oitenta pelo menos, como sinônimo de país desenvolvido e a indústria brasileira continua carente em capacidade de produção e/ou tecnologia em vários setores vitais da indústria.

[F1] Colocar referência da e&e

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK
Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:
Sunday, 28 August 2005

1 8 7 5