

---

**A Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera**

*Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira, José Israel Vargas*

**Cenário Macroeconômico Horizonte 2026:**

- Resultados para Cenário Macroeconômico de Referência
- Variáveis determinantes do Crescimento no Brasil:  
A Poupança Interna e a Produtividade de Capital

---

Patrocínio:



## Apoio:

**As Usinas Angra 1 e 2** são responsáveis por aproximadamente 50% da energia consumida no Estado do Rio de Janeiro.

### **Eletronuclear.**

Gerando energia limpa e segura. Gerando qualidade de vida.

agência3



**ELETRONUCLEAR**  
ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A.

**Eletrobrás**  
PONTA DE PAPEL  
ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A.

Ministério de  
Minas e Energia



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

Editor Gráfico: Marcos Alvim



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

Nº 54: Abril – Maio 2006

ISSN 1518-2932

Versão em Inglês e Português também disponível bimestralmente em: <http://ecen.com>

### Textos para Discussão

#### **A Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera**

*Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira, José Israel Vargas*

O metano dobrou sua concentração na atmosfera após a era industrial e é sendo apontado como responsável por cerca de 20% do incremento do efeito estufa causado pelo homem. O Protocolo de Quioto estabeleceu uma equivalência que no entender da delegação brasileira supervaloriza essas emissões por não considerar adequadamente seu efeito de longo prazo. As medidas analisadas neste trabalho mostram que a concentração na atmosfera está se estabilizando e que a queda no seu ritmo de crescimento verificou-se muito anteriormente as providências para a redução de sua emissão. Estas medidas acrescentam um outro fator de dúvida sobre a ênfase que se está dando à redução das emissões do metano no mecanismo em projetos de desenvolvimento limpo.

#### **Cenário Macroeconômico Horizonte 2026:**

Periodicamente a Organização *Economia e Energia* – e&e apresenta cenário de previsão de crescimento o cenário dito Referencial corresponde ao prosseguimento das tendências observadas nos parâmetros que limitam (e determinam) o crescimento segundo o modelo adotado.

Os resultados de duas projeções anteriores (de dez e cinco anos atrás) pelo mesmo método apresentaram resultados muito satisfatórios. Em particular, os resultados das projeções do PIB para o período 1993/2003 corresponderam quase exatamente ao crescimento verificado.

O objetivo da Organização e&e é fazer, nos próximos meses, uma revisão sobre o comportamento histórico dos parâmetros determinantes do crescimento e uma avaliação de sua tendência futura.

O primeiro objetivo é aperfeiçoar a metodologia de projeção; o segundo, e o mais ambicioso, é apontar correções de rumo que rompam as limitações que o Brasil vem encontrando ao seu crescimento. Neste sentido, aliás, encontra-se em andamento termo de parceria entre a Organização e&e e o Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT visando incrementar a produtividade de capital buscando a partir dos bens de capital existentes maior produção (e emprego).

#### **- Resultados para o Cenário Macroeconômico de Referência**

A atual publicação corresponde a “rodada” com os dados disponíveis até 2005. O crescimento médio projetado até 2026 é de 4,5% ao ano que, embora superior ao observado nas duas últimas décadas está longe de satisfazer as aspirações do País. Para o atual triênio o crescimento esperado é de 4,2%.

Estão descritas as hipóteses que conduzem ao resultado apresentado e a evolução dos principais parâmetros.

#### **- Variáveis determinantes do Crescimento no Brasil : A Poupança Interna** *(nota 1 de revisão do comportamento das variáveis usadas na projeção)*

O investimento em bens reais (Formação Bruta do Capital Fixo) é resultante da poupança interna + a poupança externa. Na sistemática das contas nacionais a poupança interna corresponde a fração não consumida do Produto Interno Bruto e a poupança externa às transferências líquidas do exterior.

A análise revela que no início da década de noventa houve um importante hiato de poupança interna que coincidem com juros reais de longo prazo elevados. Este hiato da poupança interna não foi compensado, como se esperava, pelo ingresso da poupança externa. Como resultado, caíram os investimentos e o crescimento foi limitado. Discute-se a hipótese de que a poupança interna venha retomar o ritmo de crescimento observado até o final da década de oitenta o que poderia incrementar o ritmo de crescimento do PIB,

## Sumário

<b>A Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera.....</b>	<b>4</b>
Introdução.....	4
O Metano e o Aquecimento Global.....	4
Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera Global.....	5
Conclusão.....	10
<b>Resultados para Cenário de Referência.....</b>	<b>12</b>
Introdução.....	12
Cenário de Referência.....	12
Poupança Interna ou Territorial:.....	13
Razão Capital/Produto:.....	13
Comércio Exterior.....	14
Limites do Passivo Externo.....	16
Fator de Utilização.....	17
Resultados para o PIB.....	18
Comentários sobre os Resultados.....	20
<b>Variáveis determinantes do Crescimento no Brasil Nota 1: A Poupança Interna.....</b>	<b>21</b>
Introdução.....	21
O Crescimento é Possível?.....	22
Projeções Anteriores do PIB.....	23
O Hiato da Poupança Interna e os Juros Reais :.....	24
Projeção da Poupança Interna:.....	28
Conclusões sobre a Poupança Interna.....	31

Texto para Discussão:

## **A Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera**

*Carlos Feu Alvim*  
[feu@ecen.com](mailto:feu@ecen.com)  
*Omar Campos Ferreira*  
*José Israel Vargas*

### **Introdução**

O gás metano tem sido apontado como o segundo maior contribuinte para o incremento do efeito estufa proveniente das atividades produtivas do homem. A evolução secular da concentração desse gás na atmosfera do planeta ressalta a importância da responsabilidade dessas atividades no incremento do efeito estufa. Sua análise e projeção, através de modelagem já testada noutros sistemas, podem fornecer indicações sobre a evolução do fenômeno, bem como das ações recomendáveis para mitigá-lo.

Este trabalho examina a evolução do teor de metano na atmosfera usando resultados de medidas obtidas em ar armazenado em geleiras ao longo de um milênio e de algumas medidas mais recentes diretamente na atmosfera; também discute a pertinência do critério atualmente adotado para contabilizar as emissões de metano para o estabelecimento dos créditos de carbono definidos no Protocolo de Quioto.

### **O Metano e o Aquecimento Global**

De acordo com estimativa da EPA (United States Environmental Protection Agency)<sup>1</sup> o gás metano (CH<sub>4</sub>) é responsável por 23% do efeito observado a contar dos teores verificados desde a era pré-industrial, até hoje. Sua contribuição só não é maior que a do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) responsável por 70% do total.

As características de retenção do calor na atmosfera desse gás, superiores à do gás carbônico (CO<sub>2</sub>), levaram o Protocolo de Quioto a estabelecer uma equivalência entre eles de um fator 21 em massa (1 tonelada de CH<sub>4</sub> é equivalente a 21 toneladas de CO<sub>2</sub>) na geração de efeito estufa. O carbono emitido sob a forma de metano teria um efeito 58 vezes maior que o do gás carbônico no qual, em

longo prazo, será convertido. Além disto, esta sistemática leva naturalmente em conta a emissão, não considerando o tempo de permanência do CH<sub>4</sub> na atmosfera, que é efetivamente muito menor do que o observado para o CO<sub>2</sub>.

A contabilidade das emissões tornou-se regra corrente no âmbito do Protocolo. Em conseqüência, a redução buscada da emissão de metano tem sido comercializada baseando-se nessa equivalência.

O Brasil tem argüido sem sucesso que o efeito de longo prazo deveria ser levado em conta e assim as regras iniciais continuam sendo observadas no comércio de crédito de carbono. A equivalência definida pelo Protocolo de Quioto prevalece, inclusive, no que tange os projetos brasileiros já que o crédito de carbono é contabilizado no mercado internacional.

### ***Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera Global***

O conhecimento da evolução do teor de metano na atmosfera ao longo do tempo é essencial para avaliar a contribuição da atividade humana em sua acumulação. O ar capturado em geleiras costuma ser uma fonte interessante para esse tipo de estudo, vez que existem processos de datação que permitem avaliar a idade de amostras colhidas em diferentes profundidades. Como o teor de metano tende a homogeneizar-se na atmosfera, as medidas realizadas com amostras de uma geleira são bastante representativas do teor global na ocasião em que o ar foi aprisionado pelo gelo. Em anos recentes as medidas passaram a ser realizadas diretamente pela coleta de ar atmosférico em regiões livres de poluição local significativa.

A análise deste artigo concentra-se no exame dos resultados relacionados no trabalho de D.M. Etheridge et al.<sup>2</sup> que cobrem mil anos. As amostras foram recolhidas em geleiras tanto da Groenlândia como da Antártica; já aquelas recolhidas diretamente da atmosfera o foram em estação do Cabo Grim (Tasmânia). Também foram analisadas amostras de gelo da Antártica mais recentes para teste da metodologia usada para analisar o possível papel da difusão do metano no gelo.

Os resultados referentes ao teor de metano ao longo dos anos são mostrados na Figura 1.

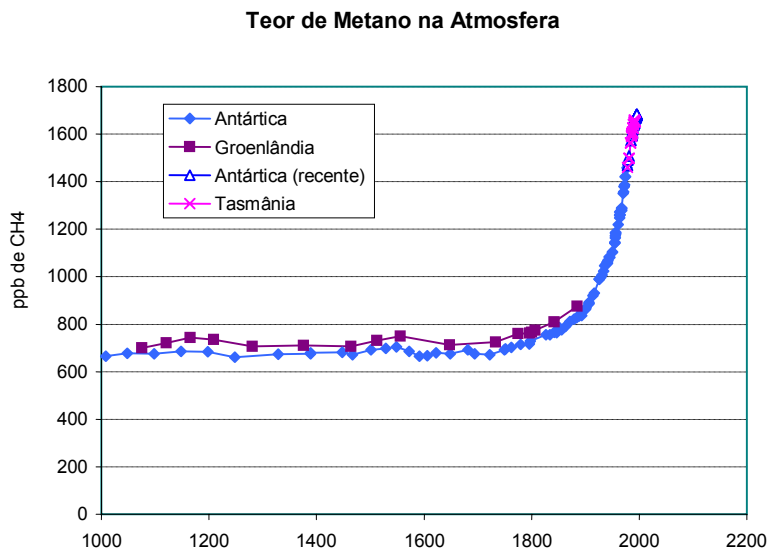


Figura 1: Teor de metano na Atmosfera a partir de medidas em geleiras da Antártica e da Groenlândia e nas amostras ambientais, colhidas na Tasmânia.

Pode-se observar na Figura 1 que até o ano de 1800 os teores de metano permaneceram praticamente constantes, não sendo também significativas as diferenças de concentrações nos pólos opostos até o século XIX.

A presente análise estará restrita ao período transcorrido entre 1900 a 2000 onde ocorreu quase 90% do aumento observado no milênio. Foi constatada a conveniência de efetuar o ajuste dos dados para o período 1940 a 2000 que descrevem melhor a dinâmica observada no último período. Os dados dos anos anteriores foram usados para estabelecer uma linha de base para o ocorrido no período descrito.

A [metodologia utilizada já descrita em numerosos artigos](#) de C. Marchetti e adotada por J. I. Vargas<sup>i</sup> para uma série de fenômenos naturais e sociais, presta-se a situações em que o crescimento de um elemento introduzido no sistema é inicialmente acelerado e posteriormente tolhido ou saturado pela sua própria presença no sistema em exame.

<sup>i</sup> Vários exemplos de aplicação desta metodologia pelos dois autores mencionados acham-se reunidas no artigo de J. I. Vargas: A Prospectiva Tecnológica: Previsão com um Simples Modelo Matemático publicado nos N<sup>os</sup> 44 e 45 desta revista.



A evolução pode ser descrita como resultante de uma curva do tipo logística obtida pela razão dos dados pertinentes entre o estado inicial e o final. Usando-se um algoritmo adequado (de Fisher-Pray) que implica em uma mudança de escala é possível ajustar o conjunto dos dados a uma reta. Para fazê-lo é necessário determinar o nível de saturação (valor máximo) que propicia o melhor ajuste para o conjunto de dados disponível para o período. Este tipo de determinação para o valor de saturação é o aconselhado quando não existe um limite físico claro do “nicho” a ser ocupado pela grandeza em estudo.

Várias das análises realizadas com a metodologia revelam a presença de mais de um ciclo de acumulação sendo conveniente para a previsão de valores futuros trabalhar-se com o ciclo dos anos mais próximos como foi feito nesta abordagem.

Apenas para relembrar a metodologia, recorda-se que nela supõe-se que o valor de uma grandeza possa ser descrito por uma curva do tipo:

$$Y(t) = Y_{\max} / [1 + e^{-a(t-t_0)}]$$

Onde  $Y(t)$  é uma função do tempo  $t$ , sendo  $a$  e  $t_0$  constantes.  $Y_{\max}$  é o valor máximo da função denominada logística. Sendo  $f = Y/Y_{\max}$  tem-se

$$\ln (f/(1-f)) = a (t - t_0)$$

que permite representar linearmente o comportamento da variável. O tempo  $t_0$  representa o ponto de inflexão da curva e o de maior derivada. É ainda comum referir-se ao intervalo  $\Delta t$  que assinala o tempo em que a curva passa de 10% para 90% do seu valor máximo.

Os teores de metano representando o período 1900/2000, bem como os valores de sua variação média anual (intervalo mínimo de cinco anos), estão representados na Figura 2. Note-se que o máximo de acréscimo anual situa-se em torno de 1975. Em uma curva logística este o valor corresponderia à metade da variação total esperada.

### Variação do Teor de Metano na Atmosfera

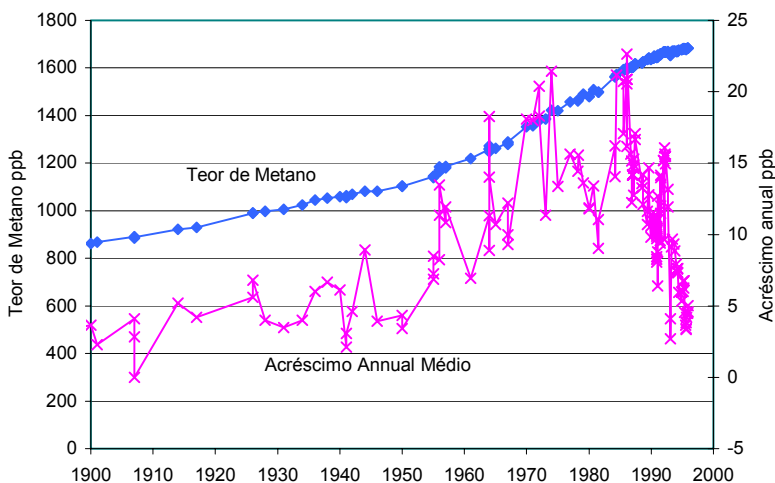


Figura 2: Valores do teor de metano e da média da variação anual que passa por um máximo centrado em torno de 1975.

O ajuste da curva logística foi usado para estudar o acréscimo observado para o período 1940 a 2000. Os teores para esse período foram subtraídos do valor de base de 954 ppb (teor médio no período anterior 1900 a 1940).

Os dados estão apresentados na Figura 3. A reta representa o melhor ajuste dos dados, considerados diferentes valores máximos do teor futuro de metano. Também estão indicados na figura:

- O “nicho” de 936 ppb de variação sobre a base considerada que aponta para um valor máximo de cerca de 1900 ppb<sup>ii</sup>,
- O ponto  $t_0 = 1975$  que corresponde ao ano em que teria sido atingida a metade da variação total de teor,
- $\Delta t = 69$  anos que corresponde ao intervalo entre 10% e 90% do acréscimo esperado.

Em 1995 os valores já representavam 80% da variação total prevista e 90% seria atingido no ano de 2010<sup>iii</sup>.

<sup>ii</sup>  $954+936= 1890$  ppb

<sup>iii</sup>  $1075 + 69/2 \approx 2010$

### Acréscimo de Gás Metano na Atmosfera

Ajuste para o período 1940 - 2000

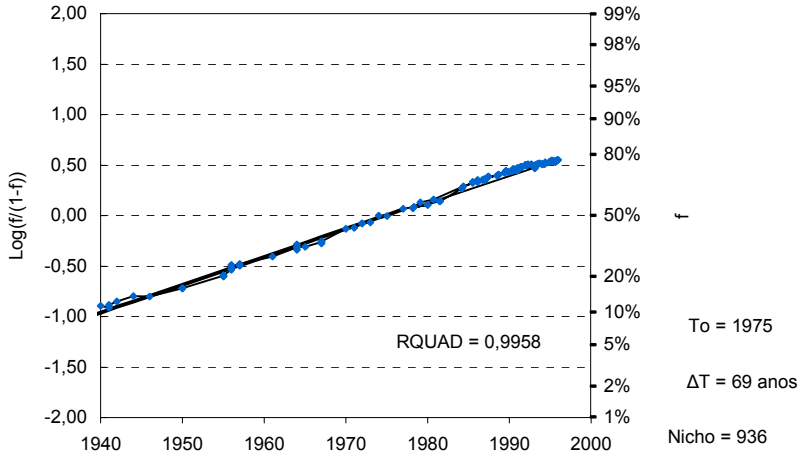


Figura 3: Ajuste para acréscimo do teor em relação a média de período anterior para o período 1940-2000

### Gás Metano na Atmosfera

(Ajuste para 1940-2000)

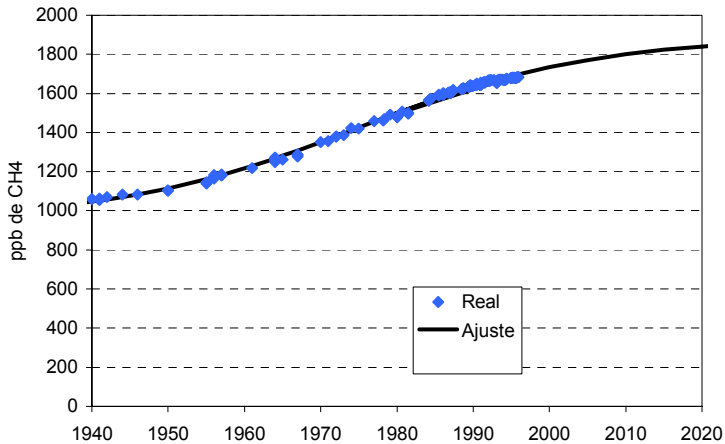


Figura 4: Ajuste para o período 1940 a 2004 e projeção para teor de metano até 2050.

Na Figura 4 são representados os dados observados e o ajuste com a previsão da evolução dos teores no futuro. Medidas posteriores do mesmo laboratório (CSIRO, Austrália)<sup>iv</sup> constataram que não houve crescimento do teor de metano na atmosfera entre 1999 e 2003.

Deve-se lembrar que no relatório da EPA, já mencionado, o acréscimo de emissão de metano entre 1990 e 2000 teria sido de apenas 1,1%. Esta redução foi principalmente devida à crise econômica em países que integravam a União Soviética e a menor emissão em alguns países da OCDE (não EUA). O menor ritmo de crescimento das emissões não explica, contudo, a redução observada no crescimento do teor de metano na atmosfera uma vez que as emissões no período, mesmo crescendo pouco, são as maiores observadas ao longo de um milênio e o teor na atmosfera se supõe cumulativo, com vida média na atmosfera entre 10 e 20 anos.

### **Conclusão**

O crescimento do teor de metano na atmosfera já dá sinais de saturação como mostra o ajuste para o século passado. Pelo comportamento da curva (máximo de variação em 1975) esta saturação não é devida às medidas adotadas após o Protocolo de Quioto

A equivalência para o metano, fixada pelo Protocolo, pode estar induzindo países (inclusive o Brasil) à adoção de medidas para a redução da emissão de metano cuja eficácia para atenuar o efeito estufa é questionável. Esta tem sido, aliás, a posição dos representantes brasileiros na Convenção que questionam a contabilidade das emissões desconsiderando os efeitos de longo prazo. Confirmada a tendência atualmente observada, do teor de metano não estar crescendo como previsto, acrescenta-se mais uma razão para o assunto ser revisto.

Embora a adoção dessa equivalência possa vir a facilitar o cumprimento dos compromissos de nações que se obrigaram a fazê-lo, essa prática pode se tornar insustentável frente a evidências técnicas e científicas que indiquem que as medidas para evitar sua emissão não têm a eficácia anunciada para reduzir o efeito estufa.

No caso do Brasil, que não está obrigado à redução das emissões no âmbito do Protocolo de Quioto, existem vários projetos

---

<sup>iv</sup> Greenhouse methane levels stop rising Bob Beale, ABC Science Online, 25 November 2003

para a obtenção de crédito de carbono já aprovados, baseados na redução de metano. Esses projetos poderiam ser prejudicados se fosse modificado o coeficiente atualmente utilizado para esse gás.

Por outro lado deve-se considerar que a supervalorização do efeito da redução da emissão do metano faz baixar o preço do crédito de carbono por tonelada equivalente de CO<sub>2</sub>. Com isso os projetos na área de biomassa são duplamente prejudicados: por um lado o eventual crédito de carbono pela eliminação de CO<sub>2</sub> é reduzido pela emissão simultânea de metano que ocorre nestes processos, por outro lado o preço pago pela de eliminação da emissão de CO<sub>2</sub> tem seu valor deprimido. Em um horizonte de maior tempo também deve ser considerado que a supervalorização das reduções emissões de metano pode estar dando relevância indevida a fenômenos como a emissão pelo rebanho bovino onde a participação do Brasil é relevante.

---

<sup>1</sup> Global Anthropogenic Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Emissions: 1990-2020. EPA December – 2005 (Draft)

<sup>2</sup> Historic CH<sub>4</sub> records from Antarctic and Greenland ice cores, Antarctic firn data, and archived air samples from Cape Grim, Tasmania D.M. Etheridge, L.P. Steele, R.J. Francey, and R.L. Langenfelds  
Rapport from Division of Atmospheric Research, CSIRO, Aspendale, Victoria, Australia

(**firn**: rounded, well-bonded snow that is older than one year)

Texto para Discussão:

**Cenário Macroeconômico Horizonte 2026:**

## **Resultados para Cenário de Referência**

### ***Introdução***

Periodicamente a Organização *Economia e Energia – e&e* apresenta cenário de previsão de crescimento. O Cenário dito Referencial corresponde ao prosseguimento das tendências observadas. Isto significa que a evolução dos parâmetros que determinam o crescimento tende a manter o comportamento histórico, mas leva em especial consideração o acontecido nos últimos anos.

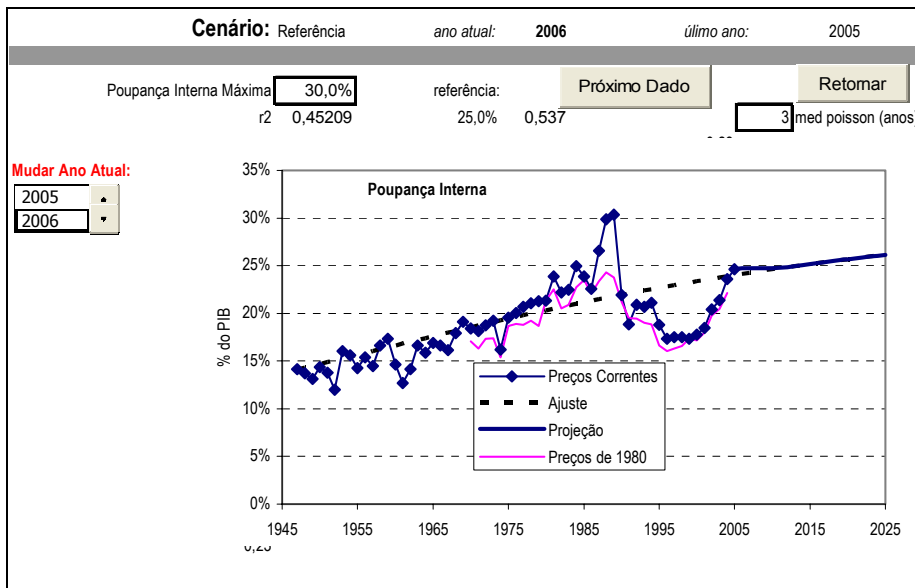
A atual publicação corresponde a “rodada” com os dados disponíveis para 2005. Uma revisão está em elaboração considerando o resultado de estudos sobre o comportamento histórico dos principais parâmetros usados na projeção do PIB.

Esta apresentação não tem por objetivo discutir a metodologia adotada ou os procedimentos de projeção que já foram descritos anteriormente nesta publicação. O objetivo é apresentar os resultados. Uma descrição do programa e projeções de rodada anterior estão descritos no No 19 desta Revista disponíveis na Internet (<http://ecen.com/eee19/ecen19.htm>).

### ***Cenário de Referência***

O Cenário Macroeconômico de Referência foi gerado a partir do programa *Projetar\_e*. Reproduzimos, a seguir, os quadros gerados pelo programa. Os dados transcritos permitem visualizar as principais premissas adotadas e os resultados alcançados. As telas mostradas permitem ainda, com auxílio do programa, reproduzir os cenários criados para serem usados em projeções como as de demanda energética.

**Poupança Interna ou Territorial:**



Tela Referência 1: Poupança Interna

Os valores da poupança interna relativa ao PIB foram obtidos a partir da fração do PIB excluída do consumo aparente, ou seja:

$$\text{Poupança Interna/PIB} = 1 - \text{Consumo Aparente/PIB}$$

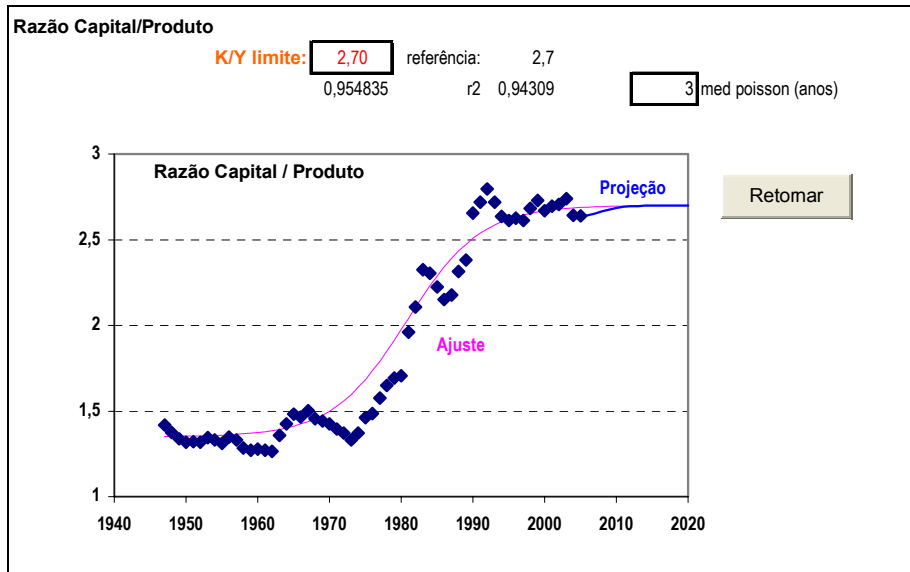
A projeção dos valores foi obtida a partir de ajuste dos dados históricos e considerando um limite de 30% do PIB no longo prazo para a poupança interna de 26% do PIB em 2025. A constante de tempo para “casar” o ajuste com o dado histórico foi tomada como de 3 anos.

Note-se que houve um substancial incremento na poupança territorial, que representa o investimento interno. Esta poupança sofreu uma queda expressiva com o Plano Real e foi recuperada nos últimos anos.

**Razão Capital/Produto:**

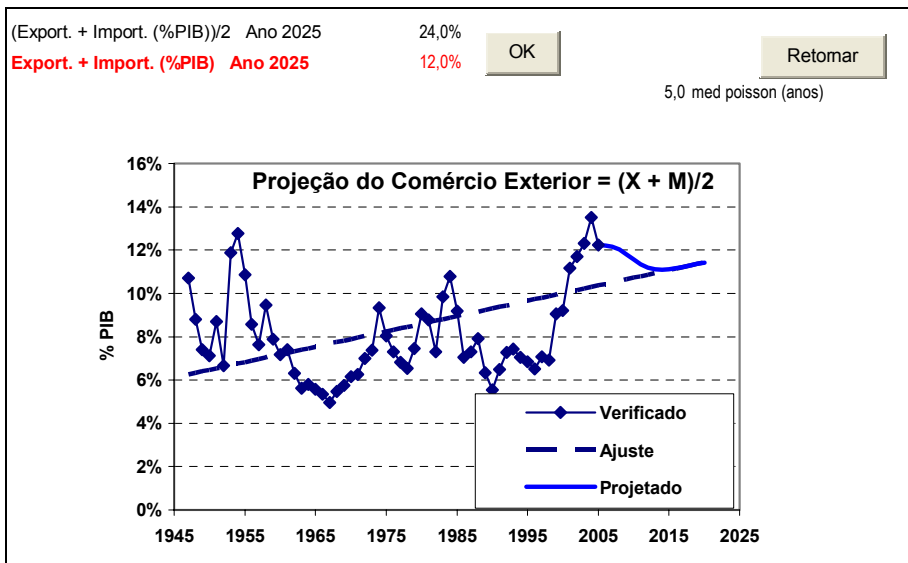
Foi suposto que essa razão (inverso da produtividade de capital) permaneça no mesmo nível observado nos últimos anos (cerca de 2,7). Essa razão indica a quantidade de unidades de bens de capital necessária para produzir uma unidade de produto. No caso, para

produzir 1000 dólares é necessário, em média, um estoque de bens de capital de 2700 dólares.



Tela Referência 2: Razão Capital/Produto

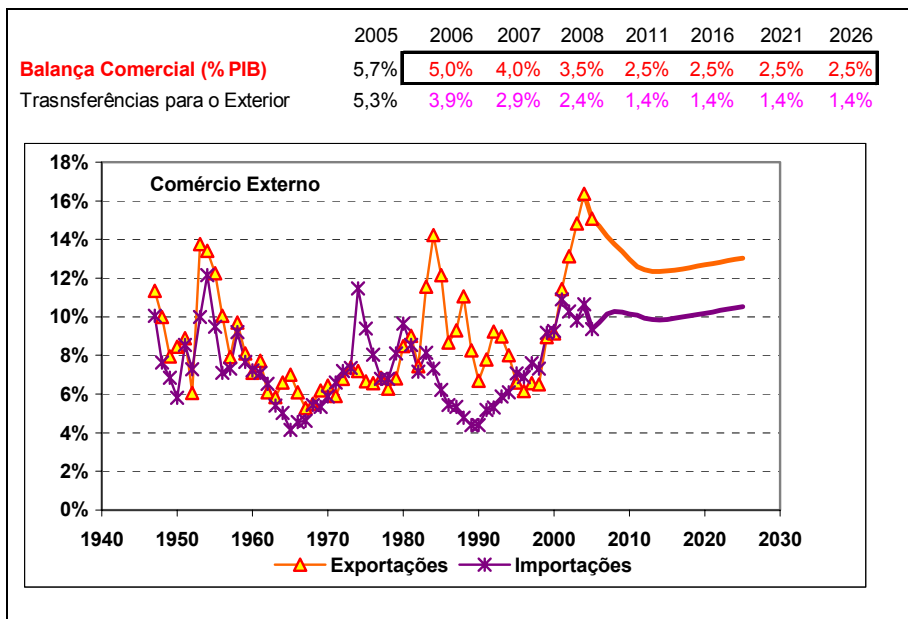
**Comércio Exterior**



Tela Referência 3: Comércio Exterior



O Comércio Exterior brasileiro (média de participação no PIB de exportação e importação) manteria sua tendência crescente, mas sua participação no PIB seria reduzida nos próximos anos dentro do comportamento histórico.

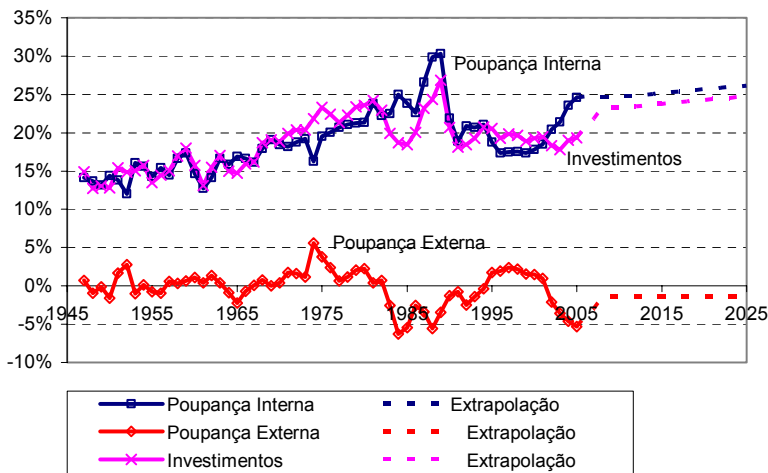


Tela Referência 4: Exportações e Importações

O saldo do Balança Comercial permaneceria positivo, mas seria reduzido para permitir maior investimento, estabilizando-se em torno de 2,5% do PIB; as transferências externas (relativas a bens reais) passariam a ser 1,4% do PIB. Isso significa um investimento externo (negativo) de -1,4% do PIB.

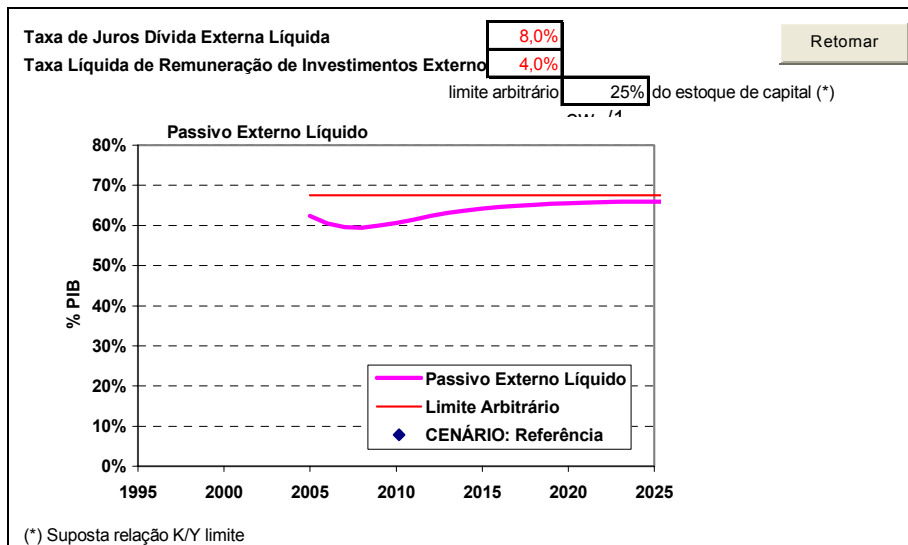
Como resultado, obtém-se os investimentos indicados na tela seguinte. Note-se que a recuperação da poupança interna ainda não trouxe a recuperação esperada nos investimentos. Para fazê-lo é necessário reduzir a remessa de recursos reais para o exterior.

### Poupança Interna, Externa e Investimentos



Tela Referência 5: Investimentos externos e internos como percentual do PIB

### Limites do Passivo Externo



Tela Referência 6: Passivo Externo Líquido (dívida externa + estoque de investimentos diretos)

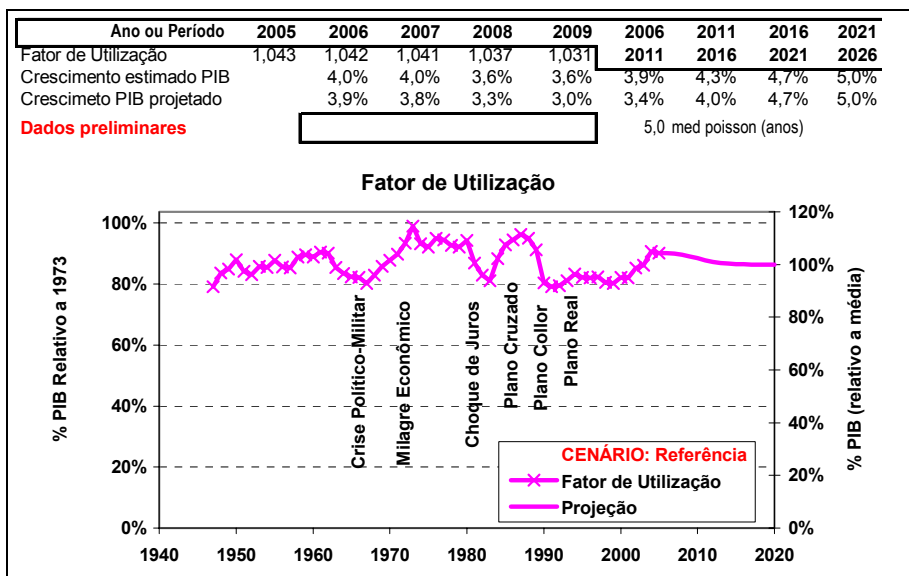
Para regular as transferências externas, foi suposta uma limitação do passivo externo líquido em 25 % do estoque total de

capital ou cerca de 68% do PIB para uma razão K/Y (capital/produto) de 2,7.

Para manter esse limite, é necessário gerar excedentes (na prática obtido pela compressão do consumo interno) e manter a remuneração do capital externo dentro de limites razoáveis (no caso, foram mantidos os valores dos últimos 7 anos: 8% de juros reais e 4% de remuneração do capital). Taxas superiores exigem transferências maiores para o exterior, que comprometem o investimento e o crescimento econômico. Cabe observar que as taxas de remuneração do capital externo produtivo são calculadas a partir das remessas legais de dividendos e de outras remunerações do capital.

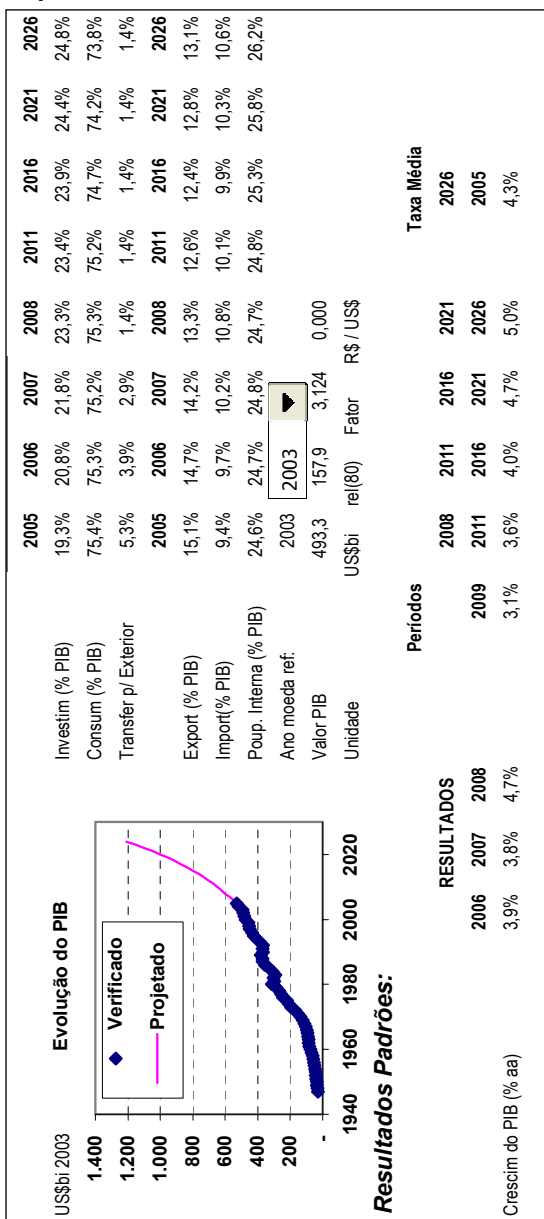
### Fator de Utilização

O fator de utilização mede a utilização da capacidade de produzir e foi suposto retornando à média histórica (indicada no eixo secundário) de 100%. Também é indicado o valor relativo à máxima utilização. Este fator, como mostra a figura, é fortemente influenciado pela conjuntura. O programa permite que se façam hipóteses para os primeiros anos, como é indicado na Tela 7. Nesta projeção foram mantidos os valores projetados pelo programa.



Tela Referência 7: Fator de utilização da capacidade de produção em relação aos níveis máximo e médio.

**Resultados para o PIB**



Tela Referência 8: Resumo da evolução do PIB no cenário considerado

Variável	Cenário:	Referência							
	Unidade	2005	2006	2007	2008	2011	2016	2021	2026
PIB	US\$bi 2003	531	552	573	592	651	790	992	1264
Variação	% aa		3,9%	3,8%	3,3%	3,3%	4,0%	4,7%	5,0%
Razão Capital/Produto		2,64	2,60	2,57	2,57	2,62	2,67	2,67	2,67
Investimentos	US\$bi 2003	103	115	125	132	152	189	242	314
Variação	% aa		11,7%	9,1%	5,6%	4,9%	4,4%	5,1%	5,3%
Comércio Externo [(X + M)/2]	US\$bi 2003	65	67	70	71	74	88	114	150
Exportações	US\$bi 2003	80	81	81	81	82	98	127	166
Variação	%aa		1,4%	-0,1%	0,5%	0,2%	3,7%	5,2%	5,5%
Importações	US\$bi 2003	50	54	58	61	66	78	102	134
Variação	%aa		7,7%	8,6%	4,4%	2,6%	3,6%	5,4%	5,7%
Balança Comercial	US\$bi 2003	30	28	23	21	16	20	25	32
Bens e Serviços Não Fatores									
Exportações BSNF	US\$bi 2003	108	95	95	95	96	115	148	194
Importações BSNF	US\$bi 2003	80	73	78	81	79	95	123	162
Transferências ao Exterior	US\$bi 2003	28	22	17	14	9	11	14	18
Consumo Aparente *	US\$bi 2003	400	415	431	445	489	590	736	932
População	Milhões hab	184,2	186,8	189,3	191,9	199,3	210,7	221,1	230,7
Consumo per capita	US\$2003/hab	2172	2224	2277	2321	2456	2803	3331	4041
Variação Consumo percapita	% ano		2,4%	2,4%	1,9%	1,9%	2,7%	3,5%	3,9%
PIB per capita	US\$2003/hab	2882	2954	3026	3084	3266	3751	4487	5478
Variação PIB percapita	% ano		2,5%	2,4%	1,9%	1,9%	2,8%	3,6%	4,1%
FBCF	US\$bi 2003	103	115	125	132	152	189	242	314
Poupança Territorial	US\$bi 2003	131	136	142	146	161	200	256	331
Transferências para o Exterior	US\$bi 2003	28	22	17	14	9	11	14	18
Saldo Comercial	US\$bi 2003	30	28	23	21	16	20	25	32
Serv. Não Fatores (Liq.)	US\$bi 2003	-2	-6	-6	-6	-7	-9	-11	-14

## Tela Referência 9: Cenário de Referência

Os resultados das premissas adotadas (e de outras variáveis endógenas) permitem extrapolar o crescimento do produto que pode ser usado em outras aplicações como a projeção da demanda de

energia. O programa permite a escolha da moeda em que vão ser apresentados os resultados. Foi escolhido o dólar de 2003 para expressar os dados. Os principais dados do cenário acham-se resumidos na Tela 9

### **Comentários sobre os Resultados**

O programa e a metodologia utilizados nas projeções é fruto de um modelo exposto no livro “Brasil: o Crescimento Possível” publicado em 1996 com base nos dados até 1993. Na época, contrariando o otimismo vigente foi apontada uma limitação a 3,5% na taxa de crescimento entre 1993 a 2003. As hipóteses eram consideradas pessimistas, pois se acreditava que o Brasil estava entrando em um círculo virtuoso de crescimento com a liberalização econômica.

O resultado do Plano Real que vinha de ser lançado (em termos de crescimento da economia real) não corresponderam às expectativas. Foi criado um hiato de poupança interna de -6% do PIB. Mesmo com a entrada de recursos externos da ordem de 2% do PIB, não foi possível reconstituir as taxas de investimentos anteriores que sofreram uma queda de 4%.

A partir do ano 2000, foi iniciada uma penosa reversão da tendência ao consumo gerada pelo plano. Isto gerou um incremento da poupança interna. Além disto, foi interrompida, na década de noventa, a queda na produtividade de capital das duas décadas anteriores. Como resultado, é a primeira vez que o cenário de referência do programa assinala possibilidades de crescimento superiores a 4%. Nos próximos anos ainda deve pesar a falta de investimentos causada pela remessa de riquezas para o exterior que, para retomar o crescimento, deverá ser reduzida. Com isso, na atual previsão somente a partir de 2016, seria possível um crescimento sustentado superior a 4%.

A análise efetuada aponta, portanto, para um crescimento econômico aquém das expectativas nacionais. O artigo seguinte dá início a uma série de notas nas quais se procura estudar a evolução dos principais parâmetros que, na abordagem aqui adotada, determinam o crescimento. O objetivo é definir as condições nas quais um cenário de maior crescimento seria possível.

Texto para Discussão:

**Cenário Macroeconômico Horizonte 2026:**

## **Variáveis determinantes do Crescimento no Brasil**

### **Nota 1: A Poupança Interna**

#### ***Introdução***

A Organização Economia e Energia e&e está publicando sua projeção de crescimento econômico neste número da Revista e&e. A primeira projeção desse tipo foi publicada há dez anos no livro “Brasil: O Crescimento Possível”<sup>v</sup>.

A metodologia foi incorporada no *software* projetar\_e onde o crescimento econômico é calculado a partir da projeção de algumas variáveis que determinariam seu comportamento. O cenário de referência agora publicado prevê o crescimento econômico supondo a manutenção da tendência histórica, mas procurando captar mudanças observadas nos últimos anos.

De modo geral, a projeção de cada variável é feita definindo um valor futuro que representa sua tendência. O valor para o qual tenderia a grandeza no intervalo de projeção. Esse valor é fixado por um processo de consenso onde se leva em conta o comportamento histórico para o Brasil e valores de referência de outros países. Definido este ponto futuro, passa-se por ele uma curva ajustada aos valores históricos obtendo-se a evolução esperada da variável. O *software* busca facilitar o processo de consenso para introduzir os valores exógenos e calculando sua repercussão no crescimento do PIB e sobre outras variáveis de maneira a que não sejam ultrapassados alguns limites físicos e financeiros estabelecidos previamente para a economia.

Além disto, a e&e realiza estudos destinados a subsidiar a escolha de valores a serem usados na projeção. Esta nota é resultado de um destes estudos e é a primeira de uma série sobre os principais parâmetros de projeção do cenário macroeconômico .

Os objetivos desta nota são:

---

<sup>v</sup> Brasil: O Crescimento Possível \_ Editora Bertrand do Brasil 1996. Todções ao “livro” neste as citações ao “livro” neste trabalho se refere a esta publicação.

1. Comparar duas previsões anteriores da evolução do PIB, usando a metodologia em questão com o efetivamente acontecido
2. Estudar a evolução da poupança interna, parâmetro de entrada usado nas projeções, comparando as previstas com a efetivamente observada.
3. Estudar a influência dos juros reais sobre a poupança interna buscando uma possível correlação que possa ser usada posteriormente nos exercícios de projeção.

### **O Crescimento é Possível?**

A projeção do crescimento econômico é crucial na avaliação da demanda energética de médio e longo prazo e peça fundamental na política de desenvolvimento nacional. Nesse trabalho, a exemplo do que foi feito anteriormente em várias oportunidades, serão consideradas as limitações ao crescimento econômico brasileiro.

A metodologia a ser adotada está baseada na identificação de tendências de longo prazo observadas na economia brasileira nos últimos cinquenta anos. A oportunidade coincide com os dez anos do lançamento do livro onde a metodologia foi, pela primeira vez, aplicada em sua forma completa. O livro, editado em plena euforia do Plano Real, apontava para as dificuldades que persistiam para o crescimento brasileiro contrariando o quase consenso da época de que a liberalização lançaria o Brasil em uma trajetória de crescimento sustentado. O horizonte da projeção era o ano de 2003. Também serão analisadas projeções realizadas no ano de 1999, já usando o atual *software*, em trabalho para a Matriz de Emissões que se acha publicado no Nº 19 Março/Abril 2000 da Revista Economia e Energia.

A ocasião é, pois, propícia a que se efetue, simultaneamente com uma nova rodada de projeção, uma revisão de resultados das anteriormente realizadas. Este exercício deverá permitir, inclusive, uma visão crítica da metodologia e da forma de aplicá-la.

Deve-se reconhecer que o acerto nas projeções e a confirmação de parte do diagnóstico tornam essa revisão mais estimulante o que certamente não aconteceria se estivéssemos lidando com uma previsão de crescimento completamente equivocada. É bom esclarecer logo que nem tudo foi acerto e na análise já realizada até aqui se destacaram algumas compensações entre fatores que cancelaram erros na projeção.



Usando esse programa foi gerado um Cenário Macroeconômico de Referência para projetar a evolução da economia brasileira e das regiões macroeconômicas. A presente análise visa a revisão desse cenário de referência que acha-se aberto a outras aproximações.

### Projeções Anteriores do PIB

A aplicação da metodologia, em duas ocasiões anteriores, gerou as projeções do PIB mostradas na Figura 1. As projeções do livro correspondem a situações consideradas como limites, que seriam a continuação com a política de estagnação no crescimento (sem modificações) que geraria um crescimento médio de 1,6% ao ano, a considerada como de máximo crescimento (limitando a intensidade de capital e valorizando as exportações) que geraria um crescimento médio de 3,5% ao ano e a intermediária (e mais provável) onde haveria uma redução na intensidade de capital que geraria um crescimento anual de 2,5%. Na Figura 1 são mostradas a projeção intermediária do livro e a projeção para a matriz das emissões (1999). Os resultados das duas projeções podem ser considerados bastante satisfatórios sendo que o crescimento até 2003 coincide com o da primeira projeção.

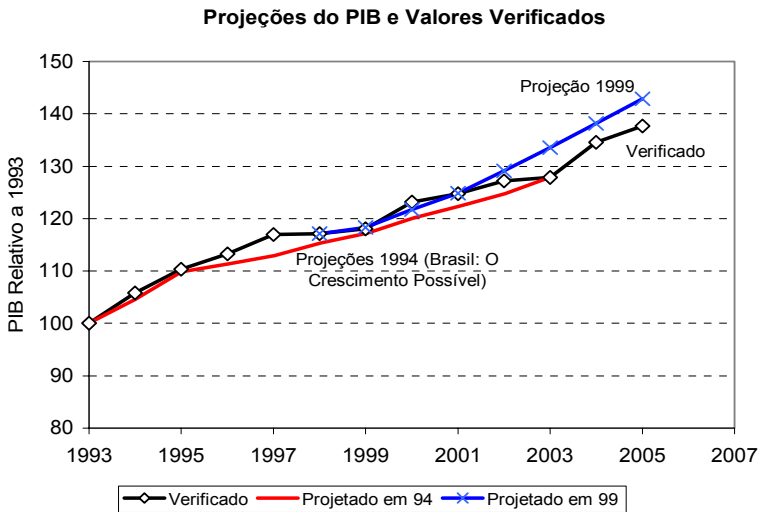


Figura 1: Projeções do Produto Interno Bruto do livro Brasil: O Crescimento Possível (sem modificações, limitando a intensidade de capital e, cumulativamente, valorizando exportações). Também são apresentados as projeções de 1999 e os valores efetivamente verificados.

### O Hiato da Poupança Interna e os Juros Reais :

Um dos principais fatores a ser considerado no crescimento brasileiro é a capacidade de poupança interna. A poupança interna é historicamente o motor do desenvolvimento de todos os países. Não existe exemplo de país de porte que tenha alcançado o desenvolvimento sem que o do investimento interno fosse largamente predominante. No livro<sup>vi</sup> mostrou-se que o investimento externo representava 3,2% do investimento histórico entre 1962 e 1992 e 2,5% entre 1947 e 1992. Entre os anos de 1992 e 2002 a participação externa nos investimentos subiu para 4,4%. No entanto, como a partir de 2001 o Brasil passou a exportador líquido de capitais o saldo acumulado entre 1993 e 2005 é negativo (-3,1%), ou seja, o Brasil enviou mais capital ao exterior que recebeu.

Na Figura 2, mostra-se a evolução histórica dos dados disponíveis na elaboração projeção para 2003 que é comparada com a trajetória real observada em valores correntes e a preços de 1980.

Poupança Interna no Brasil

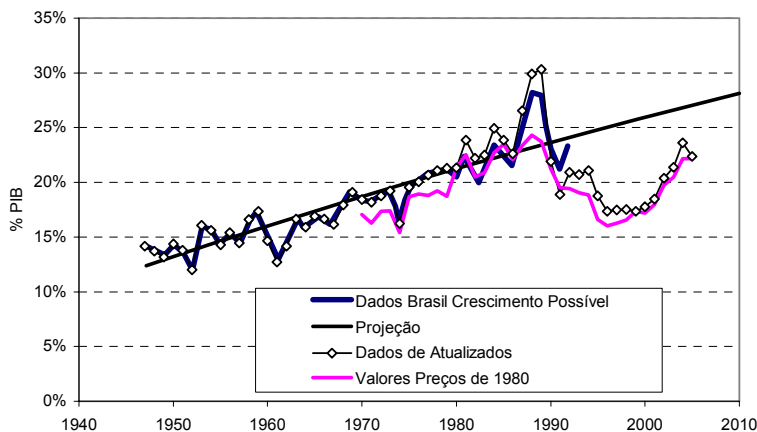


Figura 2: Evolução da poupança interna no Brasil com projeção baseada em dados históricos até 1992 e valores efetivamente observados.

A projeção supunha uma curva do tipo logística onde a poupança interna tenderia a 35% do PIB. O que se pode observar é que houve, a partir de 1990, um hiato na taxa de poupança interna com

<sup>vi</sup> Todas as referências ao “livro” referem-se à publicação mencionada na nota de pé de página anterior.

uma queda de 8% em percentual do PIB (cerca de 30% do valor esperado). Esta queda se deu em duas etapas: a primeira em virtude o Plano Collor e a segunda que se seguiram aos planos Collor e Real. A partir do ano 2000 houve uma nítida recuperação da poupança interna. Note-se também o pico de poupança em valores correntes (não acompanhado pelos valores reais) que precedeu ao calote interno no Plano Collor, associada, portanto, a uma supervalorização dos ativos reais<sup>vii</sup>. Note-se que, no conceito das contas nacionais, a poupança interna consiste na fração do PIB não consumida internamente e refere-se a bens reais.

Nas projeções dos anos seguintes houve a necessidade de interpretar o comportamento da poupança interna para tentar determinar se a queda da primeira metade da década de noventa marcava uma mudança de comportamento da economia brasileira ou um movimento transitório. Em outras variáveis históricas é comum observar mudanças bruscas de comportamento seguidas de uma retomada da tendência anterior que correspondem a um fenômeno como o de histerese onde se verifica um gradual retorno à situação original, mas com um transiente determinado pelas características do sistema. A opção adotada foi a de supor que se tratava de um transiente; passadas as causas que motivaram a mudança, a tendência histórica seria retomada.

Na Figura 3, mostra-se a extrapolação da poupança interna adotada para o cenário referencial. O comportamento previsto era a retomada da tendência anterior o que efetivamente se verificou como pode sr visto mais adiante.

---

<sup>vii</sup> Esta sobrevalorização dos preços dos bens reais indicam a desconfiança do mercado sobre a iminência da ruptura financeira que se efetivou com aquele plano.

## Poupança Territorial

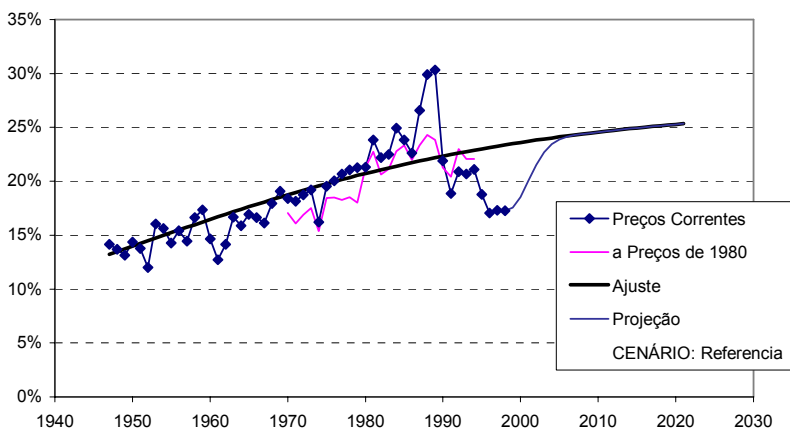


Figura 3: Trajetória da poupança interna projetada em 1999 que previa uma recuperação da tendência anterior de poupança interna que fora quebrada na primeira metade da década de noventa. A recuperação prevista realmente verificou-se como é mostrado na Figura 6.

É interessante observar, na Figura 4, o comportamento da poupança interna (relativa a bens não monetários) em relação às taxas de juros reais praticadas nos títulos do Governo. O gráfico mostra o comportamento dos juros reais mensais que apresentam, a partir de meados dos anos oitenta, períodos de juros reais positivos seguidos de confiscos em cada plano econômico. Também é mostrado o valor corrigido da inflação (IGPM) de um investimento de 100 unidades monetárias em janeiro de 1970. Até 1979 (2º choque de preços de petróleo) o suposto investidor se contentara em defender seu dinheiro contra inflação, a partir daquele ano os juros reais foram persistentemente negativos e o valor real chegou, ao final de 1982, a apenas 60% do valor inicial.

A partir daí houve uma recuperação do valor investido que permaneceu estável entre 1986 e 1988 (próximo ao valor de 100). No período que antecedeu ao Plano Collor houve um período de juros positivos que foi cancelado com aquele plano. Foi a partir da gestão do Ministro Marcílio Marques Moreira (fevereiro de 1992) que se estabeleceu a política atual de juros altos onde as quedas da remuneração real de títulos do governo na implantação do Plano Real e na transição entre os governos FHC e Lula podem ser consideradas

como “acidentes de percurso” que foram prontamente recuperadas nos meses seguintes.

O infeliz cidadão que confiou suas economias ao Governo em janeiro de 1974 havia obtido, em Setembro de 1991, uma remuneração de 13% por todo o período (0,7% ao ano). Nos anos seguintes, entretanto, veria o valor real de sua aplicação multiplicar-se por um fator seis obtendo o fantástico retorno médio de 13% ao ano.

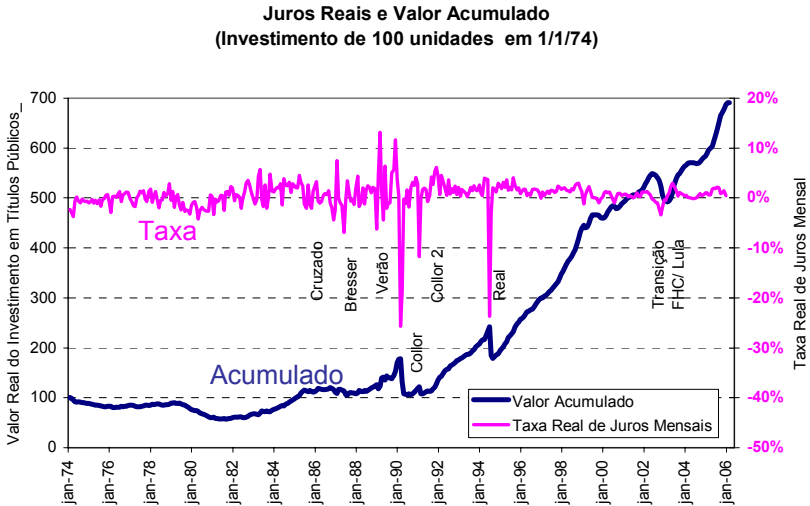


Figura 4: Juros reais mensais e valor real de uma aplicação de 100 unidades monetárias em janeiro de 1974.

As razões da redução da poupança interna são de natureza complexa e dificilmente poderiam ser atribuídas a um único fator. Sua vinculação ao aumento da taxa de remuneração das aplicações financeiras no longo prazo parece, entretanto, natural já que as aplicações especulativas competem com o investimento real.

Na Figura 5 estão representadas as taxas de juros (média móvel de sete anos) e a poupança interna, estando o comportamento dentro do esperado. O investidor de longo prazo trabalha com as tendências históricas de prazo semelhantes ao da aplicação, na medida em que os ganhos financeiros de longo prazo passam a superar o das aplicações reais observa-se uma retração nos investimentos produtivos.

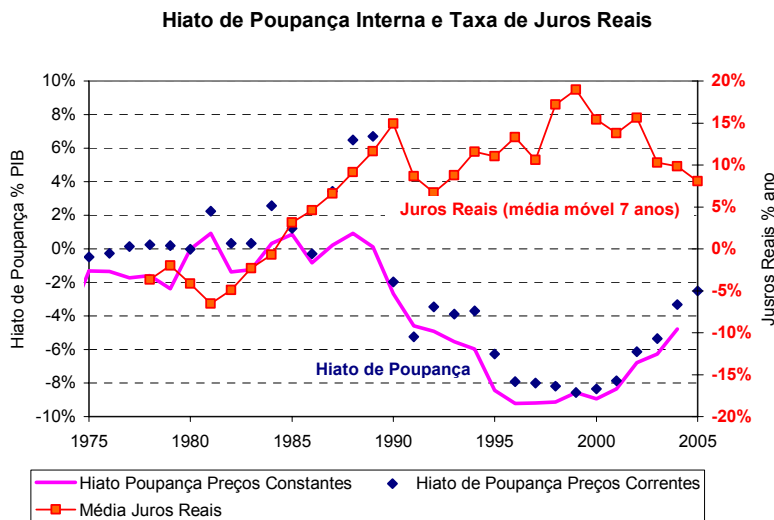


Figura 5: O hiato na poupança interna, observado a partir de 1990, parece inversamente correlacionado com a remuneração real dos títulos governamentais no Brasil.

### **Projeção da Poupança Interna:**

O programa projetar\_ baseia-se na extrapolação de dados passados, e no estabelecimento de valores futuros para alguns parâmetros por um processo de consenso. Para auxiliar este consenso pode-se observar valores para outros países ou procurar o melhor ajuste para os dados históricos existentes. No caso o melhor ajuste é para uma poupança de 25%, o que é coerente com o comportamento dos últimos anos.

A poupança interna e externa e o investimento, para vários países, estão indicados na Tabela 1. A média mundial para a taxa de poupança interna é de 21%, a da zona do Euro. Em relação aos investimentos externos, os EUA continuam, não obstante continuarem a ser encarados como fonte de investimentos, os maiores importadores de capital com sua taxa de investimento dependendo fortemente (e perigosamente) dos investimentos externos<sup>viii</sup>. Os países do terceiro mundo, com notáveis exceções de China e Índia, são hoje os grandes exportadores de capital. O Brasil que deixou de ser exportador de

<sup>viii</sup> Esta situação já existia em 1994 mas os EUA continuam, no imaginário coletivo, a serem os fornecedores de capital do mundo.

capital por alguns anos (enquanto durou a euforia do real e a queima de ativos) voltou à condição de exportador de capital nos últimos cinco anos. Como foi mostrado mais no artigo precedente, esta é a razão pela qual o aumento da poupança interna não resultou no correspondente incremento no investimento.

Os valores da poupança interna representam a parte do PIB não absorvido pelo consumo aparente (inclui variação de estoques), ou seja:

$$\text{Poupança Interna/PIB} = 1 - \text{Consumo Aparente/PIB}$$

A poupança externa representa a entrada líquida de bens e serviços no País:

$$\text{Poupança Externa/PIB} = (\text{Importações de Bens e Serviços} - \text{Exportação de Bens e Serviços})/\text{PIB}$$

Assim, a poupança externa representa a entrada líquida de bens e serviços no País<sup>ix</sup>. Tem-se, portanto:

$$\text{Investimento} = \text{Poupança Interna} + \text{Poupança Externa}$$

No estabelecimento do cenário de referência a projeção da poupança interna foi obtida a partir de ajuste dos dados históricos e considerando um limite de 30% no longo prazo. A extrapolação fornece uma projeção da poupança interna que atingiria cerca de 26% em 2025. A constante de tempo para “casar” o ajuste com o dado histórico foi tomada como de 3 anos.

Um cenário alternativo poderia considerar a tendência observada até o final da década de oitenta como a esperada para o futuro. Neste caso, o limite para a poupança externa seria mantido em 35% do PIB. A retomada da poupança interna observada nos últimos anos prosseguiria. A representação da evolução da poupança interna adotada no cenário de referência e a do cenário alternativo estão representadas na Figura 6.

---

<sup>ix</sup> Trata-se de bens e serviços reais (não inclui os serviços da dívida).

Tabela 1:

Média 2000 a 2004

	Poupança Interna	Poupança Externa	Investimento
AUSTRÁLIA	21,9%	3,1%	25,0%
CANADÁ	24,8%	-4,8%	20,1%
REP. CHECA	24,8%	4,0%	28,8%
FRANÇA	19,8%	-0,5%	19,3%
ALEMANHA	22,2%	-2,4%	19,8%
ITÁLIA	14,7%	5,1%	19,8%
JAPÃO	26,8%	-1,7%	25,1%
COREIA	34,8%	-4,8%	30,0%
MÉXICO	18,1%	2,2%	20,3%
PORTUGAL	15,8%	10,2%	26,0%
REP. ESLOVACA	24,4%	1,9%	26,4%
ESPAHA	22,7%	3,8%	26,5%
SUÉCIA	24,7%	-7,9%	16,8%
SUIÇA	27,9%	-5,9%	22,0%
TURQUIA	14,5%	3,3%	17,8%
REINO UNIDO	13,6%	3,4%	17,0%
ESTADOS UNIDOS	14,4%	4,6%	19,1%
Área do Euro	22,2%	-1,4%	20,7%
BRASIL	20,3%	-1,6%	18,8%
CHILE	24,5%	-3,5%	21,0%
ARGENTINA	22,2%	-6,9%	15,3%
VENEZUELA	26,4%	-13,3%	13,1%
América do Sul	19,7%	-2,3%	17,4%
CHINA	40,0%	-0,6%	39,5%
ÍNDIA	22,0%	0,1%	22,1%
INDONÉSIA	27,8%	-6,8%	21,0%
MALÁSIA	43,3%	-19,4%	23,9%
RÚSSIA	31,6%	-13,8%	17,8%
TAILÂNDIA	31,5%	-8,5%	23,0%
VIETNAM	26,2%	4,1%	30,2%
Mundo	21,2%	-0,1%	21,1%



### Alternativas de Projeção da Poupança Interna

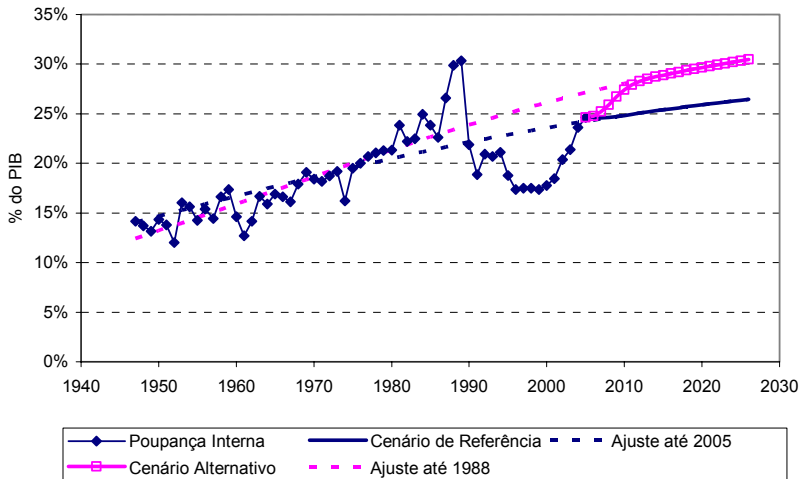


Figura 6: Projeção da Poupança Interna no Cenário de Referência e Alternativo, este último supõe que seria retomada a tendência observada até ao final da década de oitenta e que a retomada da trajetória de poupança interna seria retomada.

### Conclusões sobre a Poupança Interna

A Poupança Interna<sup>x</sup> sofreu um hiato em relação à tendência observada historicamente até os últimos anos da década de oitenta. A partir do ano de 2000, esta tendência foi parcialmente revertida. A recuperação da poupança interna se deu, no entanto, para incrementar as exportações não tendo até o ano de 2005, apresentado reflexo visível sobre os investimentos<sup>xi</sup>.

O hiato na poupança interna e a expressiva transferência de recursos para o exterior que se verifica nos últimos anos (a ser abordada em outra nota) têm consequência direta negativa na capacidade de investimentos e sobre o crescimento da economia.

A queda na poupança interna se mostrou estreitamente relacionada com a taxa real de juros paga pelo Governo em seus

<sup>x</sup> A poupança interna, assim como outros conceitos como investimento – associado à formação bruta de capital fixo – é feita aqui na abordagem não financeira implícita no mecanismo de apuração das Contas Nacionais,

<sup>xi</sup> Ver apresentação de resultados do cenário de referência neste número.

títulos. A opção entre a aplicação em investimentos reais e financeiros mostrou estar logicamente relacionada com a taxa de juros reais pagas aos investidores.

A recuperação da poupança interna mostra, por outro lado, que a parte mais dolorosa para a retomada do investimento (contenção do consumo) foi, em boa parte, realizada nos últimos anos. Isto abre perspectiva para um maior crescimento econômico. A redução da taxa real de juros é, entretanto, determinante para completar a recuperação da poupança interna.

Os resultados do Cenário de Referência, expostos no artigo precedente, não levam em conta a possível retomada da trajetória observada até 1990. Isto poderia conduzir a taxas maiores de crescimento econômico. Brevemente serão apresentadas notas complementares sobre variáveis importantes na projeção do crescimento como a produtividade do capital<sup>xii</sup> e do saldo do comércio externo que determina a contribuição da poupança externa para o investimento.

---

<sup>xii</sup> Entenda-se produtividade do estoque de bens de capital.

**Patrocínio:**



---

Revista *Economia e Energia* - *e&e* - *Economy and Energy*  
Editor Chefe: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com ].

Organização Economia e Energia - e&e- OSCIP  
Diretora Superintendente: Frida Eidelman [frida@ecen.com ]

**Apoio:**

**Ministério do  
Desenvolvimento, Indústria e  
Comércio Exterior**

Ministério da  
Ciência e Tecnologia

