

Editorial:

A Importância da Produtividade de Capital para o Crescimento

Textos para Discussão

O Estoque de Capital no Brasil e a Produtividade de Capital após a Revisão das Contas Nacionais pelo IBGE

Carlos Feu Alvim

Revisitando a Concentração do Metano na Atmosfera

Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira, José Israel Vargas

Análise Comparativa entre os Custos Correspondentes às Usinas Termelétricas Vencedoras do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07 e os Custos Previstos para a Usina Nuclear Angra 3 .

Sérgio Gonçalves Matias

IMPRESSO
ENVELOPAMENTO AUTORIZADO
PODE SER ABERTO PELA ECT

Apoio:

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Remetente:

Revista - Economia e Energia

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro
CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ

Economia e Energia

Revista

Apoio:

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

Uma energia limpa que gera empregos e desenvolvimento. Além disso, a Eletronuclear tem projetos de responsabilidade social que privilegiam o bem-estar das comunidades locais, a preservação da natureza e a saúde no trabalho.

Eletronuclear.
A energia do futuro é a energia da gente.

ELETRONUCLEAR
ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A.

Eletrobrás
Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Ministério de Minas e Energia

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

agência3

Apoio:



Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 2242-2085
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

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

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



Economia e Energia

Nº 65: Dezembro 2007 - Janeiro 2008 - ISSN 1518-2932 - <http://ecen.com>
Versão em Inglês e Português disponível bimestralmente na internet

Editorial:**A Importância da Produtividade de Capital para o Crescimento**.....pág. 3

A produtividade de capital aumentou nos últimos anos no Brasil; para sustentar o crescimento é necessário incrementar os ganhos de produtividade e investir mais.

Textos para Discussão**O Estoque de Capital no Brasil e a Produtividade de Capital após a Revisão das Contas Nacionais pelo IBGE.**

Carlos Feu Alvim, Frida Eidelman, Olga Mafra e Omar Campos Ferreirapág. 5

As modificações introduzidas nas Contas Nacionais alteraram substancialmente os valores atribuídos ao estoque de capital no Brasil. Para evitar descontinuidades, é necessário “retropolar” os valores da FBKF para anos anteriores aos modificados. Adicionalmente, sugere-se procedimento para avaliação da produtividade de capital baseado nos valores trimestrais do IBGE.

Revisitando a Concentração do Metano na Atmosfera

Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira, José Israel Vargas.....pág. 28

O Grupo I do IPCC constatou que a concentração do metano na atmosfera está praticamente estável, ao contrário das hipóteses adotadas pelo próprio IPCC em seus diversos cenários para projeção do efeito estufa. Como foi mostrado anteriormente, o arrefecimento do crescimento da concentração do metano já é observado há mais de uma década. Esta pode ser uma boa notícia sobre o aquecimento global, cuja repercussão ainda não foi suficientemente analisada.

Análise Comparativa entre os Custos Correspondentes às Usinas Termelétricas Vencedoras do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07 e os Custos Previstos para a Usina Nuclear Angra 3

Sérgio Gonçalves Matias e Angelo Gustavo Correia Lima.....pág. 36

Apresenta-se uma análise comparativa entre os custos para o Sistema Elétrico do MWh correspondentes às usinas termelétricas vencedoras do leilão e aqueles projetados para Angra 3.

SUMÁRIO

A Importância da Produtividade de Capital para o Crescimento	3
O Estoque de Capital no Brasil e a Produtividade de Capital após a Revisão das Contas Nacionais pelo IBGE.	5
1 - Introdução	5
2 – Investimentos no Brasil com a Revisão das Contas Nacionais ..	5
3 – Novos Valores do Estoque de Capital	9
4 - Produtividade do Capital	14
5 - Fator de Utilização da Capacidade e Construção de Indicador de Produtividade de Capital	16
6 - A Continuação do Crescimento Depende da Produtividade de Capital	21
Anexo: Valores do Estoque e Produtividade de Capital	22
Revisitando a Concentração do Metano na Atmosfera	29
1. Introdução	29
2. Os Cenários do TAR e as Conclusões de Trabalho Anterior	30
3. A Concentração do Metano na Atmosfera Estaria se Estabilizando?	31
4. Alguma Conclusão?	35
Análise Comparativa entre os Custos Correspondentes às Usinas Termelétricas Vencedoras do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07 e os Custos Previstos para a Usina Nuclear Angra 3.	37
1 - Objetivo	37
2 - Custos de Usinas Termelétrica.....	37
3 - Custos de Angra 3	38
4 - Resultados do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07	39
5 - Comparação de Custos.....	39
6 - Conclusão.....	40

Editorial:

A Importância da Produtividade de Capital para o Crescimento

A Organização Economia e Energia e o Ministério da Ciência e Tecnologia firmaram em 26/12/2005 o Termo de Parceria 00017/2005 cujo objetivo é preparar as Bases para Programa de Incremento de Produtividade de Capital. Trata-se de um tema da maior relevância para o desenvolvimento do País. O trabalho sobre o assunto publicado neste número se insere neste esforço que ainda é infinitamente modesto frente à necessidade de melhorar a eficiência no uso do recurso mais escasso para alcançar o desenvolvimento: o capital.

No trabalho citado, estima-se a produtividade do capital para o período 1947/2007 e apresenta-se a sugestão de um indicador que poderá fornecer trimestralmente uma avaliação da produtividade de capital no conjunto da economia.

Nos anos setenta e oitenta a produtividade de capital esteve em queda chegando à década de noventa com metade do valor da década de sessenta. Esta perda de produtividade do capital acabou induzindo a estagnação econômica.

A boa notícia do estudo é que, a partir de 2000, esta situação começou a ser revertida. Nos últimos quatro anos a produtividade de capital cresceu 6,6% (1,6% ao ano) e isto representa um incremento na taxa do PIB praticamente idêntico, sem investimento adicional.

Manter e incrementar esta produtividade é o desafio principal para o desenvolvimento brasileiro nos próximos anos. Uma volta à tendência anterior significaria o retorno a um crescimento de apenas 2,5% ao ano.

No Brasil, cada vez que se ouve falar em produtividade se está falando da produtividade do trabalho, que já tem seu indicador para a indústria. Um aumento da produtividade do trabalho significa uma menor necessidade de mão de obra (insumo abundante) por produto.

Modernamente, os países desenvolvidos preocupam-se com a produtividade total dos fatores avaliando, para vários setores, a produtividade do trabalho e a de capital e estimando a contribuição da tecnologia.

Espera-se que a apuração sistemática da produtividade de capital no Brasil permita melhor compreender as causas de sua variação e estimule a sociedade brasileira a incrementá-la.

Para ampliar a produtividade de capital será necessário, em alguns casos, renunciar a algumas posturas mais comodistas. Não será estranho que as fábricas tenham que operar em mais turnos, que os portos e as estradas aumentem seu tempo de utilização, que talvez seja necessário recorrer com mais

freqüência ao transporte de massa e, quem sabe reduzir o enorme número de feriados no Brasil. Será necessário também enfatizar o uso racional da energia e da água bem como, em geral, dos recursos naturais. A preocupação com a produtividade de capital fixará, entretanto, limites racionais nas restrições ao uso desses recursos.

Também será necessário reforçar o planejamento para antecipar e evitar os pontos de estrangulamento. Ao mesmo tempo, será necessário dar ao sistema uma flexibilidade que permita aos agentes receberem os sinais econômicos corretos para que se eleve naturalmente a produtividade de capital.

Em uma sociedade com alto índice de produtividade de capital os investimentos não podem ser excessivos e deve-se buscar a melhor utilização dos investimentos existentes.

Finalmente, deve-se mencionar o que talvez seja o ponto mais importante: a produtividade de capital busca a maior produção (Y) com o estoque de capital disponível (K). Isto pode ser feito reduzindo o denominador da fração Y/K (racionalizando investimentos) ou aumentando o numerador da mesma (tratando de agregar valor ao produto nacional através do seu conteúdo tecnológico). Depois de muito tempo em que a quantidade era a meta e que o sucesso nas exportações se media em toneladas, começa a haver uma maior preocupação do País com o valor agregado pela tecnologia ao produto. Esta preocupação já faz parte do discurso de sindicatos e federações empresariais e encontra nas políticas econômica, agrícola, industrial e de serviços medidas concretas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

Permanece, entretanto, a idéia de focar o País na produção de *commodities*. Foi este tipo de política que levou o Brasil no chamado “milagre econômico” da década de setenta a comprometer seu parque produtivo e seu capital em produtos pouco sofisticados que demandam vasta infra-estrutura na produção (intensivos em energia, principalmente eletricidade) e no transporte (grandes quantidades em estradas e portos). Estes produtos sofreram brusca queda nas cotações internacionais na década de oitenta fazendo cair a produtividade de capital do Brasil e comprometendo seu desenvolvimento.

Texto para Discussão:

O Estoque de Capital no Brasil e a Produtividade de Capital após a Revisão das Contas Nacionais pelo IBGE

Carlos Feu Alvim feu@ecen.com

Frida Eidelman

Olga Mafra

Omar Campos Ferreira

1 - Introdução

No número anterior [referência 1] desta revista, verificou-se a melhor forma de compatibilizar as séries das Contas Nacionais do IBGE, séries nova e antiga, de modo a formar séries longas para o Brasil. Desse modo, “retropolou-se” os dados das Contas Nacionais anteriores a 1995, para que fossem usados no programa de projeção econômica *projetar_e*¹.

Neste trabalho esses dados (período 1947 a 2007) são usados para analisar, com o auxílio do programa *projetar_e*: 1) os papéis da poupança interna e da externa na formação do investimento; 2) os estoques de capital e 3) a produtividade de capital. Com auxílio do índice de utilização da capacidade industrial como *proxy* do fator de utilização da capacidade produtiva, sugere-se procedimento para apuração de índice trimestral de produtividade de capital.

2 – Investimentos no Brasil com a Revisão das Contas Nacionais

No programa *projetar_e*, os investimentos são tomados como os valores da Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF) das Contas Nacionais. São usados os valores de FBKF em “Construção” e “Máquinas e Equipamentos” (incluindo “Outros”). A Figura 1 mostra a evolução dos investimentos nesses agregados para o período 1947 a 2007².

¹ Na e&e No 56 encontra-se uma descrição do programa *projetar_e* que tem sido utilizado pela Organização e&e como base para diferentes trabalhos prospectivos.

² Valores para 2006 e 2007 estimados

Deve-se chamar a atenção que a revisão das contas nacionais reduziu em cerca de cinco pontos percentuais do PIB o valor da participação da FBKF em construções (de cerca de 13% para 8% do PIB no período 1995 a 2005) mas aumentou o da participação do FBKF em máquinas e equipamentos (cerca de 2% do PIB). A participação da FBKF no PIB caiu cerca de 3% e, como consequência, houve considerável alteração na proporção da participação dos dois itens no investimento. Com a “retropolação”, estas mudanças repercutiram também nos valores anteriores a 1995.

Nos valores revistos mostrados na Figura 1, os investimentos em máquinas e equipamentos superaram os em construção até o início das “décadas perdidas” de oitenta e noventa, voltando a superá-los a partir do início da década atual³.

Formação Bruta de Capital Fixo no Brasil

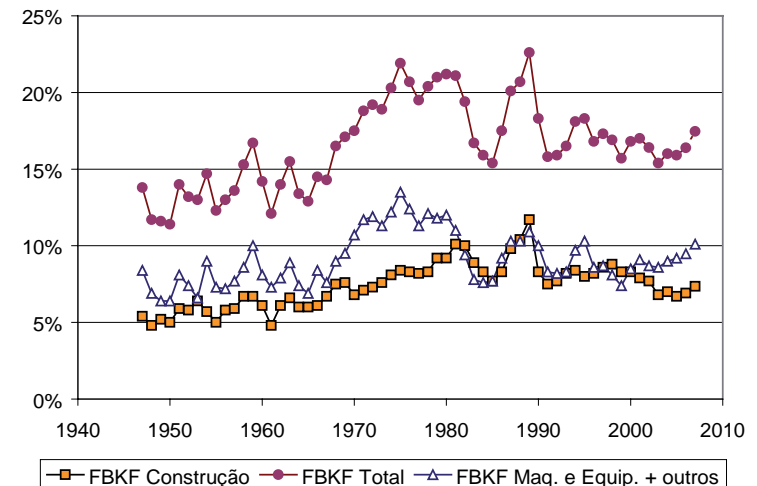


Figura 1: Evolução dos Investimentos (formação bruta de capital fixo) no Brasil; os valores para 2007 são baseados nos três primeiros trimestres; a participação de máquinas e equipamentos no investimento nos dois últimos anos foi suposta igual à de 2005.

Também é interessante observar a participação das poupanças interna e externa nos investimentos. O investimento é a soma da poupança interna

³ O programa considera nas projeções esta dependência histórica entre o crescimento anual do PIB e a maior participação de máquinas e equipamentos no investimento

(fração do PIB não consumida internamente⁴) e a poupança externa (transfêrencias do exterior⁵). A evolução da participação dos dois tipos de poupança é mostrada na Figura 2.

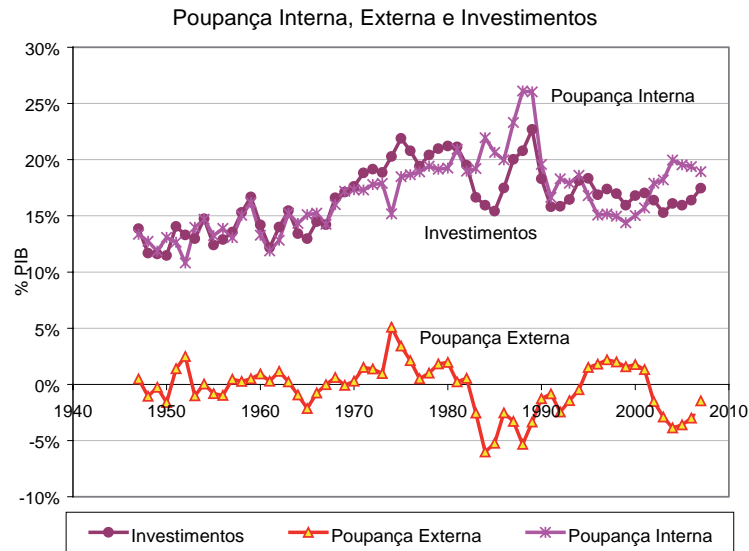


Figura 2: Evolução das poupanças interna e externa na formação do investimento no Brasil, com forte predominância da primeira

A trajetória da poupança interna foi crescente até o início da década de noventa quando sofreu uma brusca queda na crise econômica, no início do Governo Collor. Com a implementação do Plano Real, o consumo foi favorecido e a poupança interna sofreu nova redução. Já a poupança externa experimentou, entre 1995 e 2000, um ingresso líquido da ordem de 2% do PIB. No entanto, como a poupança interna fora reduzida para 15% neste período, o nível de investimentos ficou em 17% do PIB, bem abaixo do nível de 20% do início da década oitenta.

Este acréscimo de recursos externos que aconteceu no Brasil, como em outros países da América Latina que adotaram a chamada abertura econômica,

⁴ 1- [Consumo + Variação de Estoques]/PIB

⁵ (Importação – Exportação) de bens e serviços/PIB.

aliviou a pressão sobre a balança de bens e serviços. A expectativa, à época, era que o aporte de recursos externos gerasse maior crescimento. No entanto, particularmente após o Plano Real houve um estímulo ao consumo que, aliado ao controle da inflação, trouxe popularidade ao plano, mas não o crescimento.

Analogamente ao que já havia acontecido na época do “milagre econômico” do regime militar, os anos de entrada de recursos externos cobraram seu preço nos anos seguintes. Isto fica evidente na Figura 3 onde é mostrada a evolução, em dólares de 2006, da poupança externa acumulada ao longo do tempo.

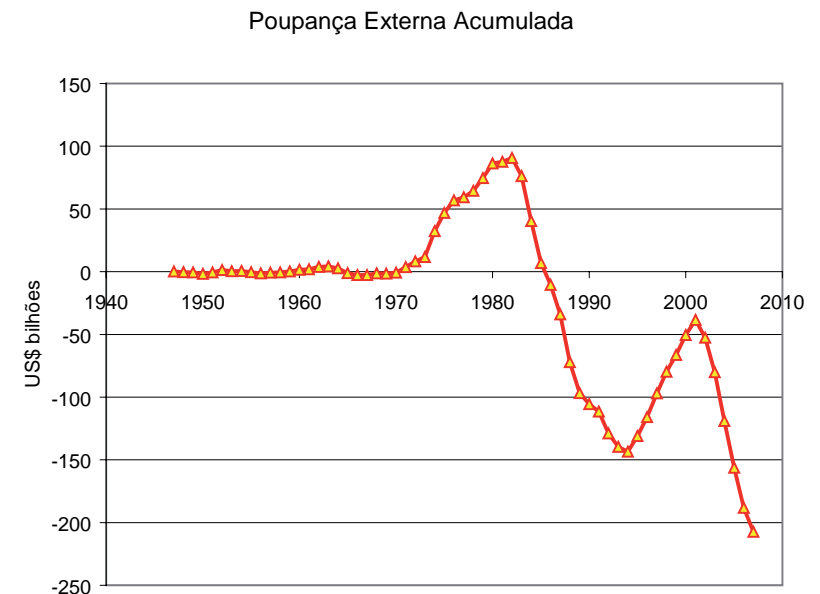


Figura 3: Poupança externa acumulada ao longo do período 1947 a 2007 mostrando, a partir de 1970, dois grandes ciclos de entrada e saída da poupança externa com resultado acumulado de - 230 bilhões de dólares de 2006.

Entre 1947 e 1970, o fluxo acumulado de recursos externos foi praticamente nulo. Nos anos setenta, a poupança externa foi financiada por empréstimos que fluíam com facilidade no sistema financeiro internacional. O choque nos preços de petróleo em 1979, a queda no preço das commodities e o choque de juros nos meados da década de oitenta agravaram a herança da dívida resultante do aporte de capital externo. Os dados da Figura 3 mostram que o fluxo positivo até 1982 foi de 91 bilhões de dólares e que entre aquele ano e 2004 houve uma remessa líquida de recursos ao exterior de 234 bilhões de

dólares. A saída de recursos foi mais de duas vezes e meia a entrada. No ano de 1994, o resultado líquido acumulado era negativo em 143 bilhões.

Nos anos noventa, iniciou-se outro ciclo de entrada da poupança externa financiada, desta vez, por investimentos diretos e “em carteira”. Estava sendo acumulado, no entanto, um passivo externo na forma de investimentos que mostraram ser de alta volatilidade. As crises econômicas da Rússia, da Argentina e da Ásia vieram agravar a cobrança desse passivo; pois após a crise de 2001, o passivo sofreu o impacto da alta de juros internos e da cotação do dólar.

Na Figura 3 mostra-se que entre 1994 (Plano Real) e a crise de 2001 houve uma entrada líquida de 105 bilhões de dólares a valores de 2006, segundo dados da balança comercial de bens e serviços. A partir de 2002 foi invertido o fluxo de recursos externos e, até o final de 2007 (valores preliminares), foram remetidos 169 bilhões de dólares.

Deve-se assinalar que não é de se esperar que um investimento externo se perpetue. Os que emprestam querem o retorno na forma de juros, assim como os que fazem investimentos diretos esperam remeter lucros e dividendos. Se os investimentos propiciarem um aumento de produção, a remessa resultante estaria sendo paga com esta produção adicional. A desproporção entre as entradas e saídas é que é motivo de preocupação no caso brasileiro.

Como já foi aqui assinalado em outras oportunidades, não existe nenhum país de médio e grande porte cujo crescimento fosse propiciado pela poupança externa. Os investimentos externos, como o demonstra o exemplo atual da China, têm importância na medida que permitem acrescentar tecnologia e mercados ao produto local. Sua importância para o desenvolvimento é mais qualitativa que quantitativa e depende da política econômica e tecnológica do país que o recebe.

3 – Novos Valores do Estoque de Capital

O cálculo do estoque de capital é feito conforme descrito na referência 2 e corresponde à soma dos investimentos passados, depreciados segundo o seu tempo de vida. Os investimentos são depreciados usando-se uma curva de sucateamento logística adotando-se vinte anos de vida média para máquinas e equipamentos e quarenta anos para construções. Uma estimativa dos investimentos anteriores ao ano inicial (1947) também é adotada, conforme descrito na referência 2.

Os valores obtidos para o estoque de capital estão reunidos na Tabela

A1 (em valores relativos ao PIB de 1980) e na Tabela A2 (valores em US\$bi de 2006⁶) do Anexo. Na Figura 4 pode-se observar o comportamento dos valores do estoque de capital para os anos de 1947 a 2006.

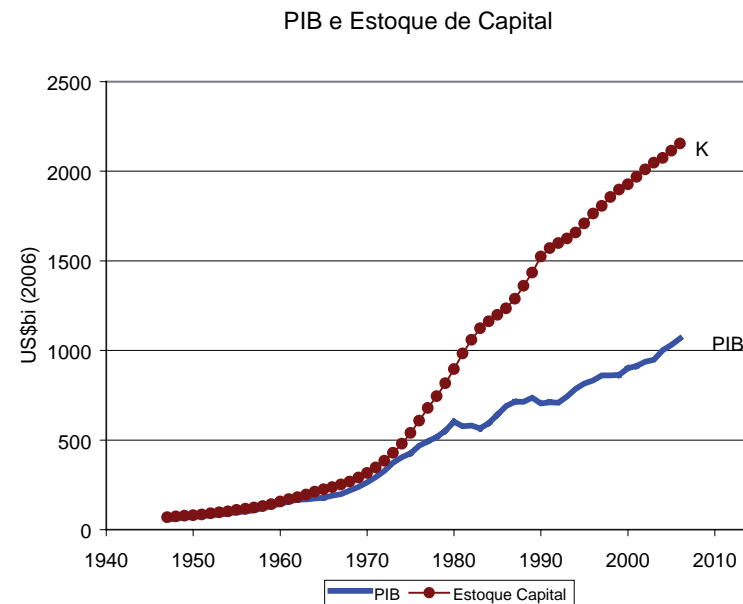


Figura 4: Estoque de Capital (K) e PIB, onde se pode observar a mudança ocorrida a partir de 1973 quando K passa a crescer mais rapidamente que o PIB.

O estoque de capital segue aproximadamente o PIB até o ano de 1962 (um dólar de estoque de capital gerava cerca de 0,9 dólar de PIB). Com a crise político-militar de 1963/64 houve uma queda no PIB, mas a evolução do produto seguiu “paralela” à do estoque de capital. Foi a partir de 1973 (início do milagre econômico) que estoque de capital e produto passaram a ter comportamentos divergentes com redução da produtividade de capital, como é mostrado mais adiante.

A Figura 5 mostra que os estoques de máquina e equipamentos (inclui outros) e os de construção tinham valores parecidos até o início da década de oitenta, quando começou a estagnação econômica que durou duas décadas e

⁶ Os valores em dólares de 2006 foram obtidos a partir do PIB daquele ano, expresso pelo câmbio médio desse ano.

meia. A partir deste ponto, o estoque de bens de construção passou a predominar sobre o de máquinas e equipamentos.

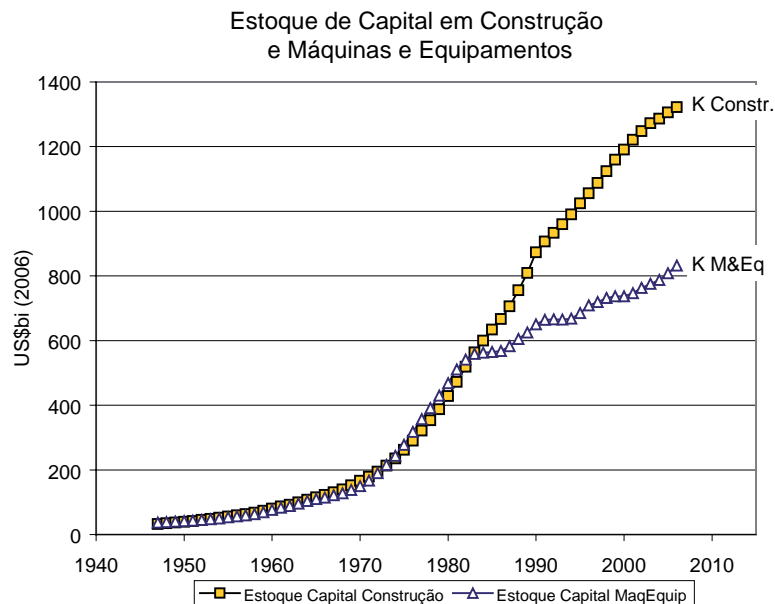


Figura 5: Os estoque de capital em construção e em máquinas e equipamentos eram aproximadamente iguais até o ano de 1982 (início da recessão), divergindo a partir desse ano

Na Tabela A2 também é mostrada a idade dos bens que compõem o estoque de capital e de máquinas e equipamentos. Esta evolução é mostrada na Figura 6. A idade média dos bens de construção é crescente após haver passado por um mínimo de 7,6 anos no início da década de oitenta. Em 2007 a idade média dos bens de construção chegou a 12 anos.

Idade Média do Estoque de Capital

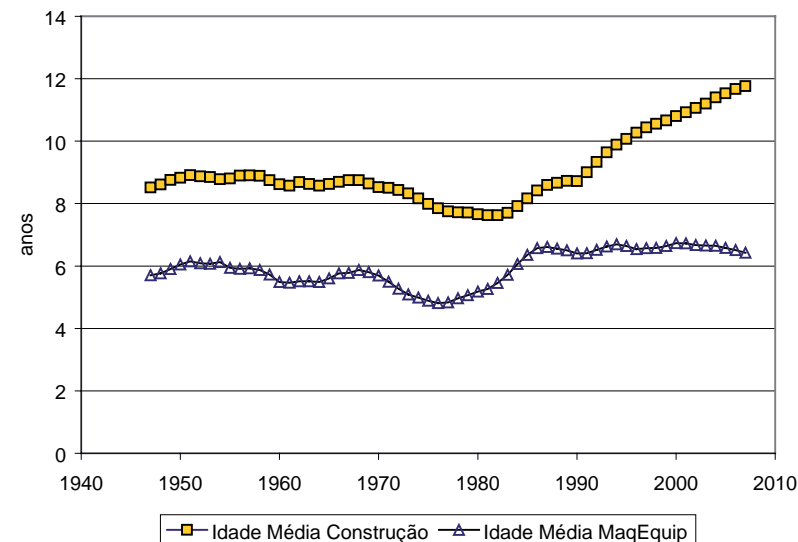


Figura 6 – A idade média dos bens de capital depende do histórico dos investimentos e da curva de sucateamento e apresenta um mínimo correspondente aos maiores investimentos na década de setenta

A idade média de máquinas e equipamentos passou por um mínimo de 4,8 anos quando era maior a taxa de investimentos (meados da década de setenta) e estabilizou-se em torno de 6,6 anos nos últimos anos. Note-se que a taxa de depreciação fixa a necessidade de investimentos para repor o estoque. Quanto maior a idade média, maior é a taxa de depreciação do investimento, como é mostrado na Figura 7 ⁷.

⁷ Embora tanto a idade média do capital como a taxa de depreciação dependam do histórico do investimento e das curvas de sucateamento, não existe uma relação direta entre as duas grandezas embora, na maioria dos anos, as duas grandezas variem no mesmo sentido.

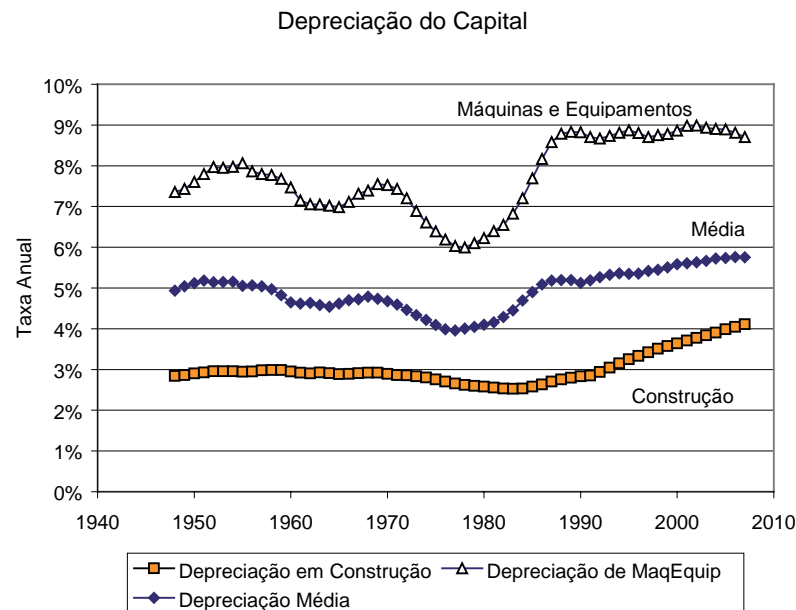


Figura 7: A taxa de depreciação do estoque de capital depende, bem como a idade média dos bens, do histórico dos investimentos e das curvas de sucateamento; de uma forma geral, quando o conjunto de bens é mais novo, menor é a taxa de depreciação.

Deve-se notar que as mudanças nas Contas Nacionais aumentaram em sua contabilidade a participação de máquinas e equipamentos (de menor tempo de vida) em relação aos bens de construção no estoque de capital. Com isso, a taxa de depreciação média a ser considerada passou de cerca de 4% para 5,7% ao ano sobre o estoque de capital⁸.

Resumindo: a revisão das Contas Nacionais provocou alterações importantes nos valores calculados do estoque de bens de capital na economia brasileira, do estoque total. Os de bens de construção foram sendo reduzidos e os de máquinas e equipamentos foram aumentados. Disso resultou maior participação de máquinas e equipamentos no total, com o aumento da taxa de depreciação média anual.

⁸ No que se refere à fração do PIB que é necessário investir para manter a produção, não houve mudança significativa já que, como será visto a seguir, foi reduzida a razão estoque de capital por produto (para aproximadamente 2), sendo necessário investir cerca de 11% do PIB para manter a mesma produção (crescimento zero).

4 - Produtividade do Capital

A razão Y/K (PIB / Estoque de Capital) pode ser tomada diretamente como medida da produtividade de capital. Este procedimento não distingue, no entanto, uma mudança estrutural na economia (na produtividade de capital propriamente dita) de uma alteração conjuntural, que seria devida ao fator de utilização do parque produtivo. No programa *projetar_e* é feito um ajuste dos dados históricos desta variável ao longo do tempo. Os valores ajustados são tomados como a produtividade de capital. A variação em torno deste ajuste (valor anual/ ajustado) é considerada como fator de utilização.

Espera-se que a produtividade de capital assim medida esteja relacionada a variações estruturais na produção. No caso do crescimento da produtividade, por exemplo, as variações poderiam estar ligadas tanto à mudança da participação relativa nos setores (favorecendo os de maior Y/K), como às mudanças tecnológicas e/ou gerenciais em setores específicos favoráveis à produtividade do capital investido ou ainda a uma valorização duradoura de produtos do país no exterior.

A metodologia em que se baseiam as projeções do programa identificou na queda da produtividade do capital (a partir dos meados da década de setenta) a causa principal da estagnação dos anos oitenta e noventa. A Figura 8 mostra os valores anuais e o valor do ajuste.

Como indica a Figura 8 (e é também possível observar na Figura 4), até meados dos anos setenta um dólar de estoque de capital gerava cerca de 0,85 dólares de PIB. Este valor caiu para um patamar de cerca de 0,47 na década de noventa. Isto significa que para uma unidade de estoque de capital gerava-se pouco mais da metade da produção que seria obtida no patamar anterior.

Nos anos noventa, para repor a depreciação do estoque de capital (cerca de 5,7% ao ano) era necessário investir 12,1% do PIB⁹ para manter o mesmo estoque de capital e, tudo o mais constante, inclusive a produtividade de capital, o mesmo PIB (crescimento zero).

Como o investimento foi 17%, havia uma sobra de 5%¹⁰ para aumentar efetivamente o capital e o PIB. O crescimento esperado do PIB era, assim, de cerca de 2,5% ao ano. Isto foi, em realidade, o que aconteceu na década de noventa.

⁹ 5,7%/0,47

¹⁰ 17% de Investimento – 12% de depreciação

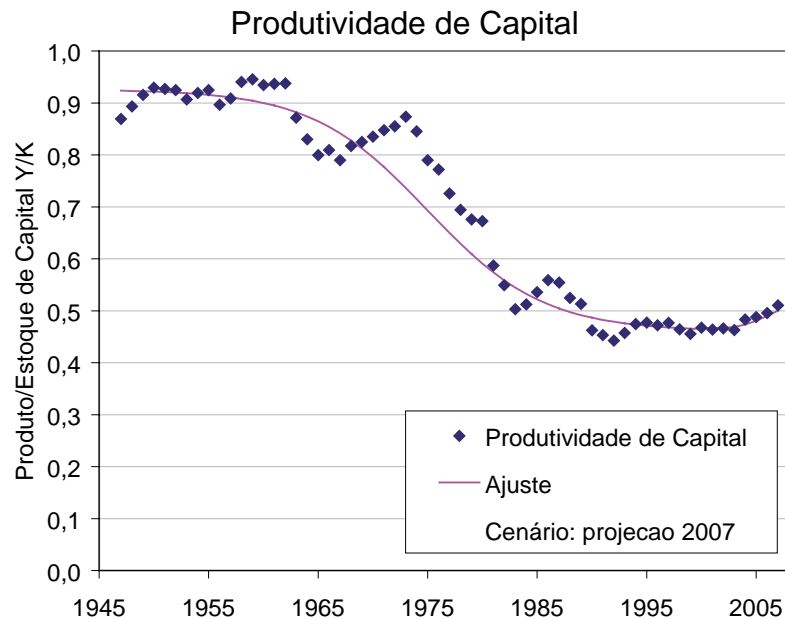


Figura 8: Produtividade de capital e ajuste do programa *projetar_e* mostrando a queda a partir de 1973, a estabilização verificada nos anos noventa e a recuperação verificada nos últimos quatro anos.

Uma boa questão é por que foi possível crescer cerca de 4,4% nos últimos quatro anos se o investimento continuou na base de 17% ao ano?

Como o investimento esteve no mesmo patamar, o crescimento esperado seria dos mesmos 2,5%. A diferença é que nos últimos quatro anos houve um crescimento de 6% na produtividade de capital com igual repercussão sobre o PIB. Com o aumento da produtividade de capital o crescimento do PIB esperado seria de 4,0% ao ano.

Também se pode observar na Figura 8 que o baixo crescimento em 2001 (1,3% a.a.) colocava a produção abaixo da esperada, havendo, portanto, uma margem de recuperação no fator de utilização da capacidade produtiva. Para os últimos anos, entretanto, o fator de capacidade está uns 2% superior ao esperado. O programa supõe que a economia retorne ao nível normal de capacidade nos próximos anos.

5 - Fator de Utilização da Capacidade e Construção de Indicador de Produtividade de Capital

A variação da produção efetiva em relação à esperada (PIB Real / PIB esperado) é calculada pelo programa e definida como fator de utilização da capacidade produtiva. Ele deve guardar relação com a “Utilização da Capacidade Instalada da Indústria” (UCI), que foi apurada pela Fundação Getúlio Vargas de 1970 a 2005 e atualmente é calculada pela Confederação Nacional da Indústria (índice mensal¹¹). Deve-se notar que o fator de utilização avaliado pelo programa abrange toda a economia, ao contrário dos índices da FGV e da CNI que se referem apenas à indústria. Existe uma boa correlação dos três índices, como pode ser observado na Figura 9, que apresenta os valores normalizados para a média 1992-2005 (anos em que os três índices estão disponíveis). Considerando a diversidade da abrangência do fator de utilização e dos índices UCI, a coincidência chega a ser surpreendente.

¹¹ Houve mudança de metodologia na série da UCI da CNI. A principal alteração observada nos dados foi de nível e não de movimento, assim a série apresentada no gráfico aglutina as séries nova e antiga pela variação.

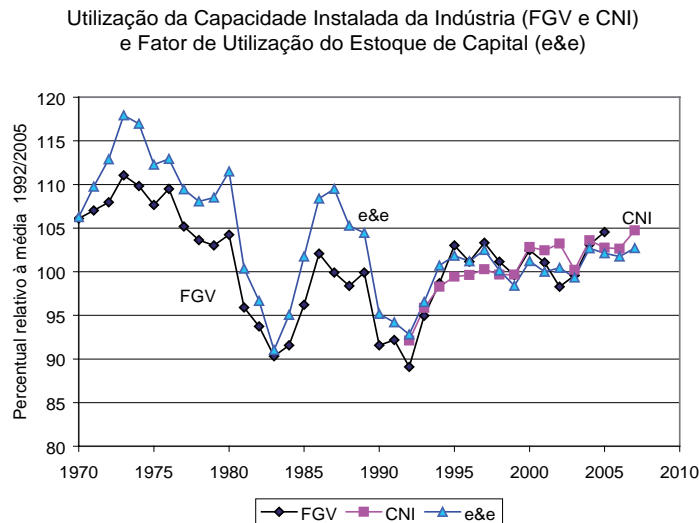


Figura 9: O fator de utilização do estoque de capital e a utilização da capacidade instalada na indústria apresentam comportamentos semelhantes ao longo do período.

A relativa coincidência entre os dois índices justifica um procedimento alternativo que seria o de usar os valores da razão Y/K divididos pelo UCI (re-normalizado para a média) para deduzir a produtividade de capital. O índice UCI seria utilizado como proxy do fator de utilização.

Os índices de produtividade de capital calculados pelo programa e os obtidos a partir dos valores de Y/K (também do programa) divididos pelos da UCI (FGV e CNI) são mostrados na Tabela A2. A evolução da produtividade de 1947 a 2007 (dados preliminares para os dois últimos anos) está mostrada na Tabela A3. A Figura 10 mostra o comportamento dos valores da produtividade do capital conforme o ajuste e os deduzidos da divisão de Y/K pelo índice UCI.

As séries mostram que a tendência da queda de produtividade do capital, observada ao longo da série, se reverte nos últimos anos. Segundo a teoria econômica, a queda na produtividade é esperada à medida que o país se torna mais intensivo em um fator, assim como é esperada uma melhora na produtividade do capital quando um país torna-se mais aberto, por importar bens que incorporam tecnologia de países da fronteira tecnológica.

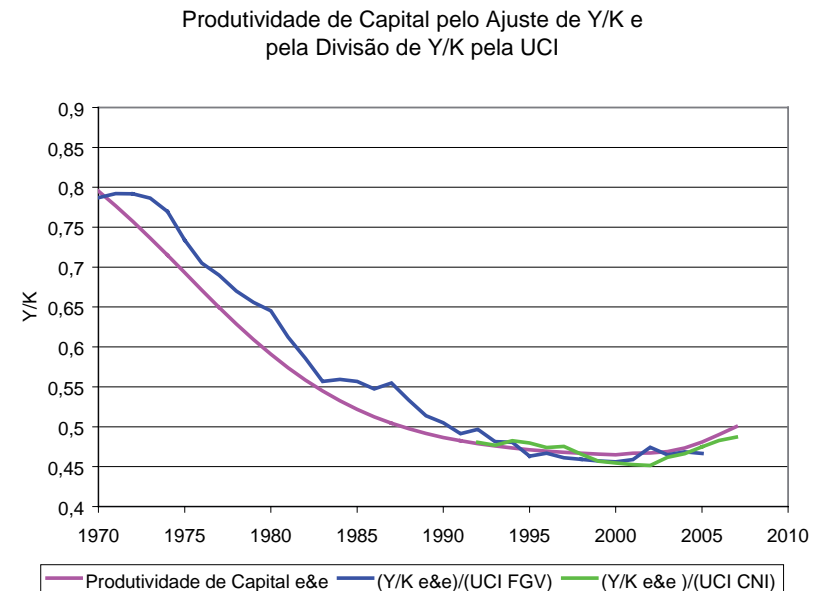


Figura 10: A produtividade de capital calculada a partir do ajuste dos dados de Y/K é comparada com os valores obtidos da divisão de Y/K pelo índice de utilização do capital industrial (UCI)

Na construção de um índice de produtividade que possa ter uma periodicidade trimestral (conforme a série de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE), se poderia usar os valores relativos de $(Y/K)/UCI$ diretamente como índice para determinar a variação da produtividade de capital (estimada pelo ajuste) em relação ao ano anterior. Este procedimento torna-se necessário, já que os valores do ajuste dependem de se dispor do dado final para o ano ou pelo menos de três trimestres, como foi feito para 2007.

Cabe mencionar ainda que o IPEA publica em sua base de dados valores do estoque de capital calculados a partir da depreciação dos investimentos em uma metodologia semelhante à usada no programa. Os dados são calculados a partir de trabalho de L. Morandi (ref 3) e atualizados no sistema. A partir desses valores, é possível estabelecer uma avaliação da produtividade de capital dividindo-se o valor encontrado pela UCI apurada pela CNI.

Os valores obtidos pelo IPEA para o estoque de capital são 15% superiores aos da e&e. Os dados a partir de 1995 são praticamente coincidentes quando se toma a produtividade relativa a um ano determinado. A diferença observada no cálculo de estoque de capital deve-se à origem da série de investimento considerada. O IPEA baseia suas estimativas em séries de estoque

calculadas com base na série antiga das Contas Nacionais, enquanto este trabalho considera uma “retropolação” (ref. 2) entre os dados da série nova e da antiga das Contas Nacionais. É de se lembrar que as novas séries fornecidas pelo IBGE diminuíram o peso do investimento no PIB e alteraram a composição do investimento e com isto elevou-se a produtividade de capital, ao diminuir a quantidade relativa deste insumo, e a taxa de depreciação, ao concentrar o investimento em um bem que se deprecia mais rapidamente (maquinas e equipamentos).

Os valores da produtividade de capital resultantes do ajuste do programa, da divisão de Y/K (da e&e e do IPEA) pela UCI (CNI) são mostrados na Tabela 1 referidos ao ano 2000. A Figura 11 mostra a evolução destes dados entre 1992 e 2007.

Tabela 1: Valores da Produtividade de Capital relativos à do ano 2000

	Ajuste e&e	(Y/K e&e)/ (UCI CNI)	(Y/K IPEA)/ (UCI CNI)
1992	103	106	105
1993	102	105	104
1994	102	106	105
1995	101	106	105
1996	101	104	105
1997	101	105	105
1998	100	102	103
1999	100	100	101
2000	100	100	100
2001	100	100	100
2002	100	99	100
2003	101	102	103
2004	102	103	103
2005	103	104	105
2006	105	106	-
2007	108	107	-

Produtividade de Capital a partir de Y/K da e&e e do IPEA

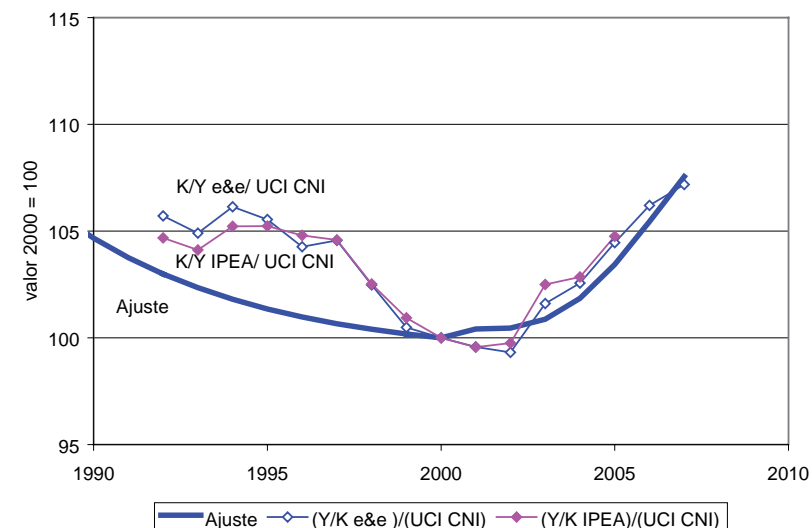


Figura 11: Produtividade de capital pelo ajuste de Y/K (e&e) e (Y/K)/UCI com dados de Y/K da e&e e do IPEA e de UCI da CNI

Pode-se observar que os valores da produtividade de capital obtidos dividindo-se os valores de K/Y do programa e do IPEA pela UCI apresentam uma boa coincidência devida aos valores relativos praticamente iguais das duas séries¹². Também é importante constatar que os dados do IPEA e da CNI conduzem a uma estimativa de produtividade de capital passando por um mínimo por volta do ano 2000 e crescendo desde então, confirmando o comportamento obtido nos procedimentos adotados neste trabalho.

Um dado interessante fornecido pelo programa é o comportamento da razão estoque de capital / PIB (razão capital/ produto) considerando os componentes bens de construção e máquinas e equipamentos no estoque do PIB. As curvas de evolução da razão K/Y (inverso da produtividade de capital, Y/K) estão mostradas na Figura 12¹³.

¹² Os valores absolutos do estoque de capital do IPEA são cerca de 15% superiores aos da e&e , o que reflete na razão Y/K os valores relativos, no entanto são iguais dentro da margem de erro dos dados

¹³ $K/Y = (K_{m\&e} + K_{constr})/Y = K_{m\&e} / Y + K_{constr}/Y$

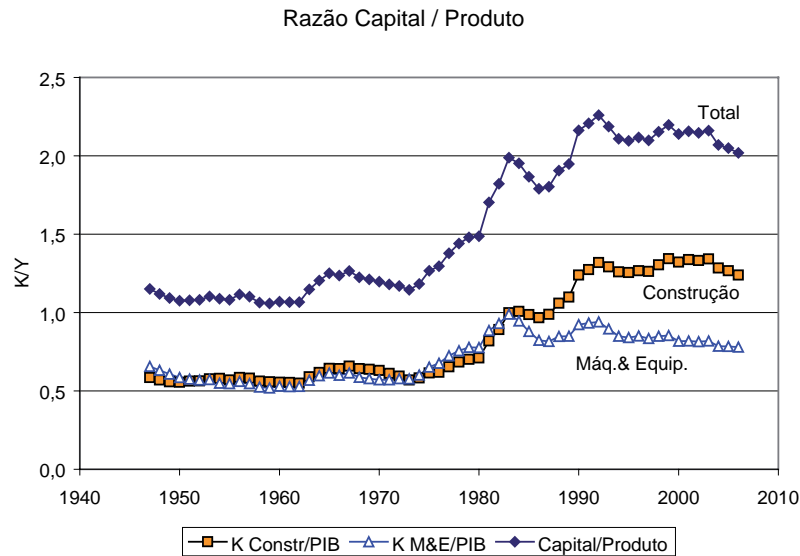


Figura 12: Componentes construção e máquinas e equipamentos da razão capital / produto

Apesar de não se ter dados do produto desagregado em construção e máquinas e equipamentos para se determinar a produtividade por componente do capital, pode-se inferir, observando a Figura 12, que a perda de produtividade do capital (elevação da razão capital/produto), verificada na década de 70 e na década de 80, deve-se principalmente ao componente construção. No período, o estoque de bens de construção se elevou o correspondente aumento no PIB. Por outro lado, a razão estoque de máquinas e equipamentos / produto subiu durante a década de 70, mas manteve-se relativamente estável após a crise de 1982, tornando-se decrescente no início dos anos 1990.

Assim, a partir da década de 90, a produtividade de capital em máquinas e equipamentos parece que tem se elevado de forma gradual. Por outro lado, o estoque de bens de construção como proporção do PIB, permaneceu estável nesta década.

Os dados sugerem, portanto, um ganho de produtividade de capital em setores que usam intensivamente máquinas e equipamentos (como a indústria) e uma estagnação em setores ligados ao uso intensivo de bens de construção. Desse modo, parece que existe um grande espaço para ganho de produtividade em atividades relacionadas à infra-estrutura.

6 - A Continuação do Crescimento depende da Produtividade de Capital

Foi sugerido um procedimento para a apuração de um indicador da produtividade de capital para a economia brasileira.

Da análise aqui realizada, depreende-se que o crescimento sustentado do Brasil depende de continuar incrementando a produtividade de capital e de elevar a taxa anual de investimento.

A elevação do investimento pode ser conseguida, em parte, com a redução das transferências (de bens e serviços) para o exterior considerando que, segundo avaliação com o programa, o passivo externo líquido está sensivelmente reduzido em relação ao início do século. Menores transferências, segundo o modelo aqui adotado, significam maior disponibilidade de recursos para investimento.

As simulações feitas com o programa **projetar_e** confirmam a importância do incremento na produtividade de capital, principalmente em um quadro onde a infra-estrutura começa a dar sinais de saturação na capacidade produtiva.

Desse modo, com algum incremento da produtividade de capital e elevação do investimento, por meio da redução do déficit na poupança externa ou elevação da poupança interna, pode-se chegar a um crescimento sustentado de 4,5 a 5% ao ano.

Por outro lado, caso a produtividade de capital volte aos níveis do início do século, o crescimento pode voltar à faixa insatisfatória dos 2,5% ao ano.

Anexo: Valores do Estoque e Produtividade de Capital

Tabela A1: Estoque de Capital e PIB – Valores Relativos ao PIB de 1980

	Índice do PIB	Estoque Capital em Construção	Estoque Capital em Máquinas e Equipamentos	Estoque de Capital
UNID	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100
1947	9,3	5,5	6,1	11,6
1948	10,2	5,8	6,5	12,3
1949	11,0	6,2	6,7	12,8
1950	11,8	6,5	6,9	13,4
1951	12,4	6,9	7,1	14,1
1952	13,3	7,5	7,6	15,0
1953	13,9	8,0	7,9	16,0
1954	15,0	8,7	8,2	16,9
1955	16,3	9,3	8,9	18,2
1956	16,8	9,8	9,4	19,2
1957	18,1	10,5	9,9	20,4
1958	20,0	11,2	10,5	21,7
1959	22,0	12,2	11,4	23,6
1960	24,0	13,3	12,7	26,1
1961	26,1	14,4	13,8	28,2
1962	27,8	15,3	14,7	30,0
1963	28,0	16,5	15,9	32,4
1964	28,9	17,9	17,3	35,1
1965	29,6	19,1	18,2	37,3
1966	31,6	20,3	19,0	39,3
1967	32,9	21,6	20,2	41,9
1968	36,2	23,2	21,2	44,4
1969	39,6	25,3	22,9	48,2
1970	43,7	27,5	24,9	52,5
1971	48,7	29,7	27,8	57,5
1972	54,5	32,3	31,5	63,8
1973	62,1	35,4	35,8	71,2
1974	67,2	39,1	40,4	79,5
1975	70,6	43,4	46,0	89,5
1976	77,9	48,2	52,7	100,9

Tabela A1: Estoque de Capital e PIB – Valores Relativos ao PIB de 1980 (Continuação)

	Índice do PIB	Estoque Capital em Construção	Estoque Capital em Máquinas e Equipamentos	Estoque de Capital
UNID	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100	PIB 1980 = 100
1977	81,7	53,4	59,3	112,6
1978	85,8	58,7	64,9	123,6
1979	91,6	64,3	71,3	135,6
1980	100,0	71,0	77,7	148,7
1981	95,8	78,4	84,8	163,1
1982	96,5	86,1	89,8	175,8
1983	93,7	93,6	92,8	186,4
1984	98,8	99,5	93,4	192,9
1985	106,5	105,2	93,8	198,9
1986	114,5	110,6	94,3	204,9
1987	118,6	117,1	96,7	213,8
1988	118,5	125,4	100,4	225,8
1989	122,2	134,3	103,8	238,1
1990	116,9	144,9	108,0	252,9
1991	118,1	150,5	110,2	260,7
1992	117,5	154,9	110,5	265,4
1993	123,3	159,2	110,4	269,6
1994	130,5	164,3	110,9	275,2
1995	135,3	170,0	113,7	283,7
1996	138,2	175,1	117,6	292,8
1997	142,9	180,5	119,4	299,9
1998	143,0	186,5	121,4	307,9
1999	143,3	192,5	122,4	314,8
2000	149,5	197,6	122,3	319,9
2001	151,5	202,7	124,0	326,7
2002	155,5	207,0	126,6	333,7
2003	157,3	211,1	128,7	339,9
2004	166,3	213,5	130,7	344,2
2005	171,2	216,7	134,1	350,8
2006	177,1	219,5	138,1	357,5

Tabela A2: Estoque de Capital e PIB – Valores em US\$bi 2006

	PIB	Estoque de Capital em Construção	Idade Média Construção	Estoque Capital MaqEquip	Idade Média MaqEquip	Estoque Capital
UNID	PIB US\$bi (2006)	PIB US\$bi (2006)	Anos	PIB US\$bi (2006)	Anos	PIB US\$bi (2006)
1947	56,3	33,0	8,5	36,9	5,7	69,9
1948	61,7	35,1	8,6	39,0	5,8	74,1
1949	66,5	37,1	8,8	40,3	5,9	77,4
1950	71,0	39,4	8,8	41,5	6,1	81,0
1951	74,5	41,8	8,9	42,9	6,2	84,7
1952	79,9	45,0	8,9	45,5	6,1	90,5
1953	83,7	48,3	8,9	47,9	6,1	96,2
1954	90,2	52,3	8,8	49,5	6,1	101,8
1955	98,2	55,9	8,8	53,7	5,9	109,6
1956	101,0	59,2	8,9	56,7	5,9	115,9
1957	108,8	63,2	8,9	59,5	5,9	122,7
1958	120,5	67,8	8,9	63,2	5,9	130,9
1959	132,3	73,8	8,8	68,7	5,7	142,5
1960	144,7	80,4	8,6	76,8	5,5	157,2
1961	157,2	86,9	8,6	83,0	5,5	169,9
1962	167,6	92,0	8,7	88,7	5,5	180,7
1963	168,6	99,5	8,6	95,7	5,5	195,2
1964	174,3	107,7	8,6	104,0	5,5	211,6
1965	178,5	114,9	8,6	109,7	5,6	224,6
1966	190,5	122,4	8,7	114,3	5,8	236,6
1967	198,4	130,4	8,7	121,9	5,8	252,3
1968	217,9	139,9	8,7	127,8	5,9	267,7
1969	238,6	152,2	8,6	137,9	5,8	290,1
1970	263,4	165,9	8,5	150,2	5,7	316,2
1971	293,3	179,2	8,5	167,4	5,5	346,6
1972	328,3	194,9	8,4	189,8	5,3	384,6
1973	374,2	213,3	8,3	215,6	5,1	428,9
1974	404,7	235,7	8,2	243,6	5,0	479,3
1975	425,6	261,8	8,0	277,4	4,9	539,2
1976	469,2	290,5	7,9	317,6	4,8	608,1
1977	492,4	321,7	7,8	357,1	4,8	678,8
1978	516,9	353,5	7,7	391,0	5,0	744,6
1979	551,8	387,4	7,7	429,7	5,1	817,1

Tabela A2: Estoque de Capital e PIB – Valores em US\$bi 2006 (Continuação)

	PIB	Estoque de Capital em Construção	Idade Média Construção	Estoque Capital MaqEquip	Idade Média MaqEquip	Estoque Capital
UNID	PIB US\$bi (2006)	PIB US\$bi (2006)	Anos	PIB US\$bi (2006)	Anos	PIB US\$bi (2006)
1980	602,6	428,0	7,7	468,1	5,2	896,0
1981	576,9	472,2	7,6	510,8	5,3	983,0
1982	581,7	518,6	7,6	540,9	5,5	1059,5
1983	564,7	563,7	7,7	559,2	5,7	1122,9
1984	595,2	599,5	7,9	562,9	6,1	1162,4
1985	641,9	633,7	8,2	564,9	6,4	1198,6
1986	690,0	666,6	8,4	568,1	6,6	1234,7
1987	714,3	705,6	8,6	582,9	6,6	1288,4
1988	713,9	755,9	8,7	604,8	6,6	1360,7
1989	736,4	809,4	8,7	625,2	6,5	1434,5
1990	704,4	873,0	8,7	650,6	6,4	1523,6
1991	711,7	906,7	9,0	664,2	6,4	1571,0
1992	707,8	933,5	9,3	665,7	6,5	1599,2
1993	742,7	959,5	9,6	665,2	6,6	1624,7
1994	786,2	990,0	9,9	668,1	6,7	1658,1
1995	815,5	1024,1	10,1	685,2	6,6	1709,2
1996	833,0	1055,4	10,3	708,8	6,5	1764,2
1997	861,2	1087,6	10,4	719,3	6,6	1806,9
1998	861,5	1123,8	10,6	731,6	6,6	1855,4
1999	863,7	1159,8	10,7	737,3	6,6	1897,1
2000	900,9	1190,5	10,8	736,8	6,7	1927,3
2001	912,7	1221,4	10,9	746,9	6,7	1968,3
2002	937,0	1247,5	11,1	762,9	6,7	2010,5
2003	947,7	1272,2	11,2	775,7	6,7	2047,9
2004	1001,9	1286,5	11,4	787,5	6,7	2073,9
2005	1031,3	1305,7	11,5	808,2	6,6	2113,9
2006	1067,4	1322,4	11,6	831,9	6,5	2154,2

Tabela A3: Produtividade de Capital

	Y/K e&e	Produtividade de Capital e&e	UCI FGV	UCI CNI	(Y/K e&e)/(UCI FGV)	(Y/K e&e)/(UCI CNI)
1947	0,869	0,924				
1948	0,893	0,923				
1949	0,916	0,923				
1950	0,929	0,922				
1951	0,927	0,921				
1952	0,925	0,920				
1953	0,907	0,919				
1954	0,919	0,917				
1955	0,925	0,915				
1956	0,896	0,913				
1957	0,908	0,911				
1958	0,940	0,908				
1959	0,946	0,904				
1960	0,934	0,900				
1961	0,937	0,895				
1962	0,938	0,889				
1963	0,872	0,882				
1964	0,830	0,874				
1965	0,800	0,865				
1966	0,809	0,854				
1967	0,790	0,842				
1968	0,817	0,828				
1969	0,825	0,812				
1970	0,835	0,795	106%		0,787	
1971	0,848	0,777	107%		0,792	
1972	0,855	0,757	108%		0,792	
1973	0,874	0,736	111%		0,787	
1974	0,845	0,715	110%		0,770	
1975	0,790	0,693	108%		0,734	
1976	0,772	0,671	110%		0,705	
1977	0,726	0,650	105%		0,690	
1978	0,694	0,629	104%		0,670	
1979	0,676	0,609	103%		0,656	

Tabela A3: Produtividade de Capital (Continuação)

	Y/K	Produtividade de Capital e&e	UCI FGV	UCI CNI	(Y/K e&e)/(UCI FGV)	(Y/K e&e)/(UCI CNI)
1980	0,673	0,591	104%		0,645	
1981	0,587	0,574	96%		0,612	
1982	0,549	0,559	94%		0,586	
1983	0,503	0,545	90%		0,557	
1984	0,512	0,533	92%		0,559	
1985	0,536	0,522	96%		0,557	
1986	0,559	0,513	102%		0,547	
1987	0,554	0,504	100%		0,555	
1988	0,525	0,498	98%		0,533	
1989	0,513	0,492	100%		0,514	
1990	0,462	0,487	92%		0,505	
1991	0,453	0,482	92%		0,491	
1992	0,443	0,479	89%	92%	0,497	0,481
1993	0,457	0,476	95%	96%	0,481	0,477
1994	0,474	0,473	99%	98%	0,480	0,482
1995	0,477	0,471	103%	99%	0,463	0,480
1996	0,472	0,469	101%	100%	0,467	0,474
1997	0,477	0,468	103%	100%	0,461	0,475
1998	0,464	0,467	101%	100%	0,459	0,466
1999	0,455	0,466	100%	100%	0,457	0,457
2000	0,467	0,465	102%	103%	0,456	0,455
2001	0,464	0,467	101%	102%	0,459	0,453
2002	0,466	0,467	98%	103%	0,474	0,451
2003	0,463	0,469	100%	100%	0,465	0,462
2004	0,483	0,474	103%	104%	0,469	0,466
2005	0,488	0,481	105%	103%	0,467	0,475
2006	0,495	0,490		103%		0,483
2007	0,510	0,500		105%		0,487

Referências

1 – Feu, Aumara – “Retropolando” as Contas Nacionais até 1947: Como Compatibilizar os Dados da Nova Série do Sistema de Contas Nacionais do IBGE com Modelos de Longo Prazo, como o projetar-e. , Revista e&e No 62.

2 – Bases para Programa de Incremento de Produtividade de Capital, Revista e&e N.º 56.

3 – Morandi, L. et al, Tendências da Relação Capital/Produtona Economia Brasileira, IPEA, Boletim Conjuntural, Outubro 2000.

Texto para Discussão:

Revisitando a Concentração do Metano na Atmosfera

Carlos Feu Alvim feu@ecen.com

Omar Campos Ferreira

José Israel Vargas

1. Introdução

O Quarto Relatório do Grupo I Painel Intergovernamental em Mudança do Clima - IPCC ¹ está disponível em sua versão final. O Sumário Técnico [ref 1] sintetiza resultados, apontando o que denominou de “Conclusões Sólidas” (Robust Finds) e o que considera “Incertezas Fundamentais” (Key Uncertainties).

Um dos objetivos principais dos estudos do Grupo é determinar se mudanças ocorridas na composição da atmosfera são ou não devidas às atividades do homem (causas antropogênicas). O relatório é categórico ao considerar a hipótese da atividade humana como causadora de substancial aquecimento global, com probabilidade superior a 95% de estar correta (“extremely likely”).

Especificamente esse trabalho considera a evolução da concentração de metano na atmosfera e destaca duas conclusões ditas “robustas”:

- Os níveis atuais de CH₄ (e CO₂) excedem em muito as medidas realizadas no gelo glacial nos últimos 650 mil anos.
- Nos últimos quarenta anos a taxa média registrada de variação de concentração dos gases responsáveis pelo efeito estufa (“radiative forcing”) é superior à observada há pelo menos dois mil anos.

O relatório lista entre as “incertezas fundamentais” que restam a elucidar as mudanças recentes na taxa de crescimento do metano na atmosfera.

¹ IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

2. Os Cenários do TAR e as Conclusões de Trabalho Anterior

A grande maioria dos cenários considerados no Terceiro Relatório de Assessoramento – TAR (ref 2) apontava, para os anos seguintes ao da sua publicação (2001), crescimento significativo da concentração de metano na atmosfera, ilustrado na Figura 1.

Os cenários representam diferentes hipóteses de evolução sem quaisquer medidas de mitigação. Desses cenários (Special Report on Emissions Scenarios - SRES), só o Cenário B1, que pode ser considerado ideal do ponto de vista do desenvolvimento, previa a reversão do crescimento da concentração de metano. Esta reversão só seria alcançada, no entanto, por volta de 2030².

Baseando-se no comportamento histórico da concentração de metano na atmosfera até 1995, os autores do presente trabalho ajustaram uma curva logística que implica na estabilização da concentração de metano na atmosfera ao nível de 1900 ppbv³. Tal mudança ocorreria em um tempo de 69 anos entre o início do processo (10%) a sua saturação (90%). Havendo o atual ciclo se iniciado em 1940, estaria por terminar em 2010. Os detalhes desta metodologia de ajuste estão descritos no No 55 desta revista (ref 3).

Fenômenos complexos que envolvem variáveis naturais e sociais têm se mostrado abordáveis por essa modelagem adotada para descrevê-los, inclusive a evolução da concentração do metano, permitindo a previsão de seu devir. A metodologia foi descrita em numerosos artigos de C. Marchetti e adotada por J. I. Vargas (ref 4) e outros e revelou-se adequada a situações em que o crescimento de um elemento introduzido no sistema é inicialmente acelerado e posteriormente auto-limitado, levando à saturação da evolução do sistema em exame.

Recorde-se novamente que parte significativa do aumento da concentração de metano na atmosfera tem sido atribuída à atividade humana. Por outro lado, a concentração do metano também depende das leis naturais que regulam suas reações químicas na atmosfera ou sua eventual absorção no solo ou nos oceanos. Cabe observar que a lei logística utilizada para descrever o fenômeno em questão se caracteriza pela ocorrência de um ponto de inflexão a partir do qual a taxa do processo decresce monotonicamente até a sua completude prática (90%).

² Os cenários do Quarto Relatório são os sugeridos pelo TAR

³ Parte por bilhão em volume

A Figura 1 mostra, além dos valores médios da concentração de metano resultantes da projeção do TAR, como se pode verificar, também o ajuste obtido pela e&e. Os dados correspondentes aos valores experimentais mostram o comportamento logístico esperado para o acréscimo da concentração do metano a partir de 1940.

O detalhe da parte inferior da Figura 1 mostra o ocorrido entre os anos 1985 e 2010, indicando a estabilização (já apontada em nosso estudo) que surpreendeu os autores das projeções anteriores do IPCC. Ele parece indicar um valor de saturação ligeiramente inferior aos 1900 ppbv obtidos através do ajuste logístico dos dados que vão até 1995⁴.

3. A Concentração do Metano na Atmosfera Estaria se Estabilizando?

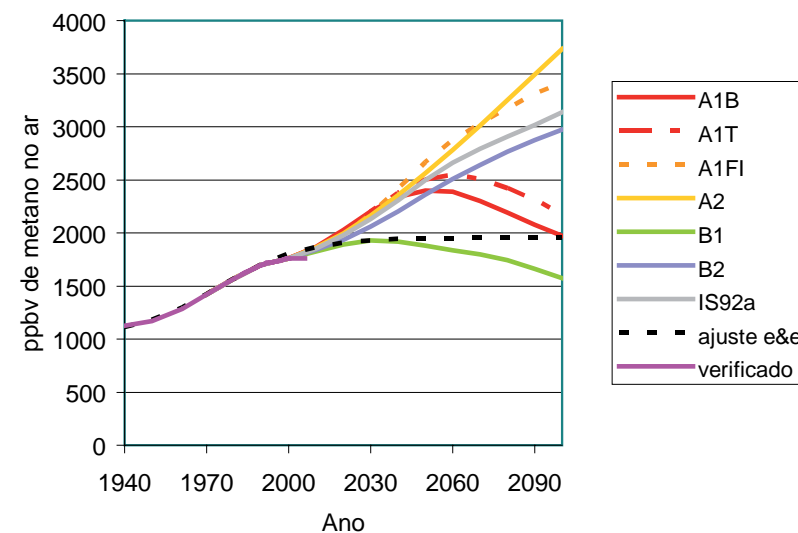
A questão fundamental em discussão não é o valor de saturação (1750 ou 1900 ppbv de metano), mas o de saber-se se a trajetória atual tende a valores crescentes, como os projetados nos cenários do TAR, ou obedeceriam a um nível de saturação indicado pelos dados atuais.

O assunto foi objeto de intensas discussões no Grupo I, sintetizados no Relatório Técnico do Grupo que, como se viu, terminou por incluir o tema entre “as incertezas fundamentais” a serem objeto de maiores cuidados.

O exame da derivada temporal da concentração do metano é de molde a revelar a sua tendência de comportamento na atmosfera. Tal procedimento foi adotado no Quarto Relatório de Assessoramento do Grupo I. Evidenciou-se queda sustentada da taxa de crescimento da concentração de CH₄, como mostra a Figura 2 (extraída daquele relatório).

⁴ Não seria surpreendente, como pôde ser observado para várias grandezas anteriormente tratadas com a metodologia, que após uma oscilação temporal, a trajetória reassuma a tendência de atingir os valores de saturação anteriormente estudados.

Concentração de Metano: Verificado, Projeções 3o Relatório IPCC e Ajuste e&e



Escala Ampliada Mostrando o Período 1940-2005

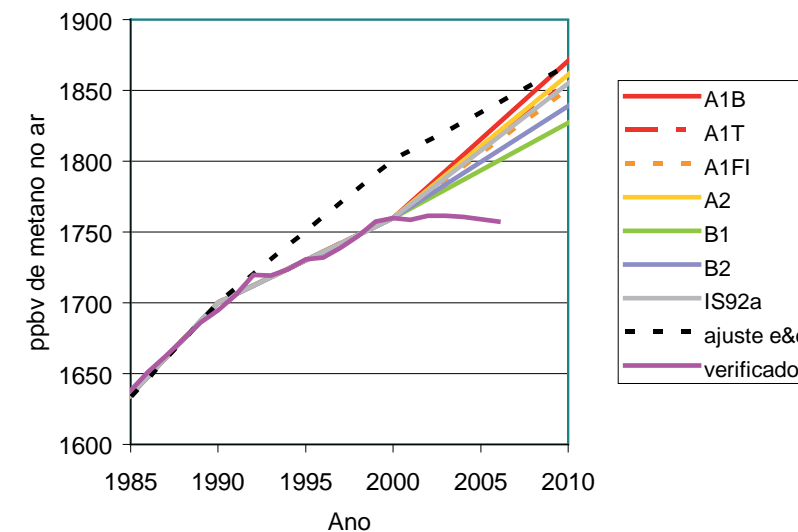


Figura 1: Projeções da concentração de metano comparadas às concentrações verificadas.

Concentração de Metano na Atmosfera e
Crescimento Anual da Concentração

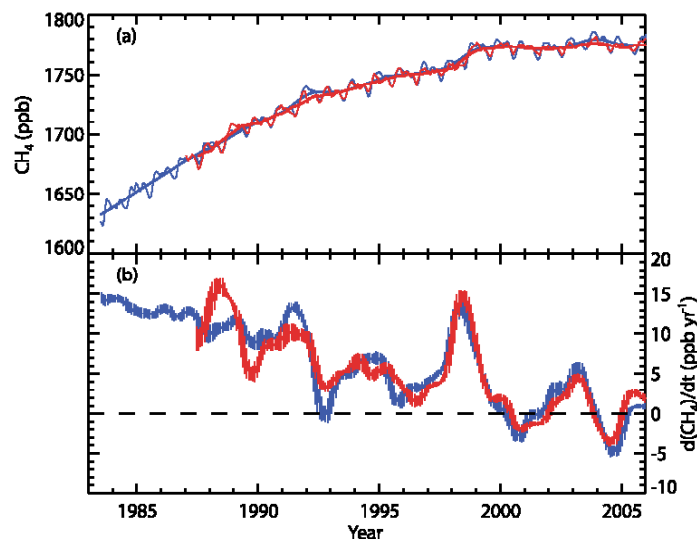


Figura 2: Crescimento da concentração de metano na atmosfera e valores anuais de concentração para duas séries de medidas. (Fonte IPCC Quarto Relatório de Assessoramento).

Uma análise semelhante à Figura 2 foi feita no artigo da e&e N° 55 com dados a partir de 1940 (Figura 3). As variações anuais representadas na Figura 3 são médias quinquenais centradas em cada ano. Este procedimento destina-se a dar uma melhor idéia do comportamento no horizonte temporal do fenômeno estudado, que é se estender por dezenas de anos. Também são mostrados os valores da derivada resultante do ajuste para os dados da concentração.

Os dados da Figura 3 complementam os da Figura 2 e demonstram que o acréscimo anual da concentração (derivada temporal) vem evoluindo há décadas de uma forma coerente - no sentido de alcançar um valor de saturação ou, pelo menos, a reduzir substancialmente a taxa de crescimento.

A discussão do Grupo I acha-se cuidadosamente refletida no relatório apresentado que, com a prudência diplomática que envolve o assunto, descreve as diferentes posições:

- A estabilização da concentração de metano só pode significar que, nos últimos anos, a taxa de entrada de metano na atmosfera teria se igualado à de sua eliminação;

Variação do Teor de Metano na Atmosfera

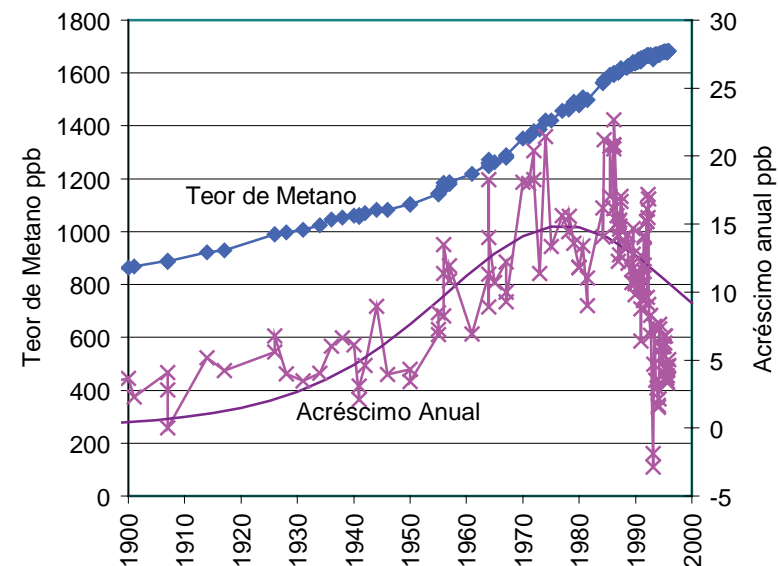


Figura 3: Concentração de metano e variações anuais (média móvel de cinco anos).

- O mecanismo mais conhecido da eliminação do metano na atmosfera é a formação de água e gás carbônico. Incidentalmente eles são os mesmos produtos obtidos na combustão do gás. Esta reação exotérmica pode ser induzida por vários fatores, sendo predominante a reação desencadeada pela presença de radicais OH na atmosfera;

- No entanto, as medidas de concentração do OH (produzido a partir de reações fotoquímicas na atmosfera) descartam esta hipótese, visto não ter sido registrado aumento substancial de sua presença na atmosfera⁵;

- Alguns membros do Grupo I acham que o não crescimento da concentração se deve a uma estabilização das emissões e não a um incremento da taxa de eliminação do metano. As causas apontadas são bastante diferentes, mas consideram que a atual avaliação de emissões de metano é precária por envolver processos complexos;

- Explicações para picos ou vales na concentração para anos específi-

⁵ Outras reações mencionadas são radicais livres de cloro, destruição na estratosfera e absorção no solo,

cos foram apresentadas. Elas estariam associadas a fenômenos naturais como erupções vulcânicas, mas não permitem esclarecer as observações pertinentes ao período considerado.

4. Alguma Conclusão?

A perplexidade do Grupo 1 deixou em aberto a explicação para o que vem acontecendo com a concentração de metano. Como era natural, a dúvida levantada não afetou o trabalho dos Grupos que tratam das projeções resultantes de cenários, bem como do impacto das medidas de mitigação.

Como pode ser observado na Figura 4, as hipóteses sobre a evolução das emissões e da concentração de metano continuam admitindo, no quarto relatório, crescimento das emissões e da concentração. São feitas projeções semelhantes às do terceiro relatório, que não foram confirmadas pelas medidas efetuadas nos anos seguintes.

Nestas condições, as medidas de mitigação sugeridas são coerentes, como é lógico, com a tendência admitida nos cenários de referência e se baseiam naturalmente nas emissões neles erroneamente projetadas. Confirmada a tendência atual, a margem de mitigação estaria assim restrita meramente à redução do aumento da concentração de metano já verificada.

A questão da evolução da concentração do metano abordada no Grupo I tem, é claro, implicações econômicas e políticas, já que o mercado de créditos de redução de emissão de metano já é uma realidade mundial.

A redução das emissões do metano pode, a partir do relatório do Grupo I, vir a ser contestada em sua eficácia, já que elas estariam permitindo a continuação da emissão de gás carbônico, para o qual não subsistem dúvidas sobre seu crescimento. O CO₂, como o próprio relatório do Grupo I demonstra, tem um efeito de alteração na temperatura, superior ao previsto pela equivalência GWP por permanecer na atmosfera por um prazo muito superior ao do metano.

A questão da projeção da concentração do metano e a avaliação do valor de sua emissão passaram a ser um interessante desafio à comunidade científica. Para as autoridades, que se propõem adotar medidas de mitigação, assim como para os organismos que se dispõem a financiá-las, o relatório do Grupo 1 gerou um problema inesperado.

Referências

- 1 – IPCC, Fourth Assessment Report, Working Group 1 Report, "The Physical Science Basis", Technical Summary.
- 2 - IPCC, Third Assessment Report, Climate Change, "The Scientific Basis", Technical Summary.
- 3 – Feu, C. et al, "A Evolução da Concentração de Metano na Atmosfera", Revista e&e N° 55.
- 4 – Vargas, J. I., "A Prospectiva Tecnológica: Previsão com um Simples Modelo Matemático", Revista e&e N° 44 e 45.

Texto para Discussão:

Análise Comparativa entre os Custos Correspondentes às Usinas Termelétricas Vencedoras do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07 e os Custos Previstos para a Usina Nuclear Angra 3

Sérgio Gonçalves Mathias e
Angelo Gustavo Correia Lima⁶

1 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise comparativa entre os custos, para o Sistema Elétrico, correspondentes às usinas termelétricas vencedoras do leilão de energia nova de (A-5) realizado em 16/10/07 e os custos previstos para a usina nuclear Angra 3.

2 - Custos de Usinas Termelétricas

São considerados os custos associados à contratação e à produção de energia elétrica pelas usinas térmicas que participam dos leilões de energia nova promovidos pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, sob delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, para o atendimento da demanda de energia elétrica previsto pelas Distribuidoras integrantes do Sistema Interligado Nacional - SIN.

A contratação de energia elétrica pelas usinas termelétricas é realizada por meio de contratos de disponibilidade de energia elétrica, nos quais os custos associados aos riscos hidrológicos, que determinam os níveis de despacho das usinas, são integralmente assumidos pelos agentes compradores (as Distribuidoras integrantes do SIN). Desta forma, os custos de compra de combustível e os custos decorrentes de eventuais exposições financeiras no mercado de curto prazo da CCEE são assumidos pelas Distribuidoras e repassados aos consumidores finais.

Para esta comparação, foram considerados os custos correspondentes à receita fixa anual (cujo valor constitui o preço ofertado pelo empreendedor durante os leilões de energia nova) e o custo variável de operação e manutenção (no qual se inclui o custo do combustível).

Os eventuais custos correspondentes a exposições financeiras no mercado de curto prazo da CCEE não foram considerados nesta comparação, dada a dificuldade de previsão dos valores do Preço de Liquidação de Diferenças - PLD e o fato de que esse Preço é igualmente aplicável aos desvios de suprimento de todas as usinas termelétricas.

⁶ Assessoria de Comercialização da ELETROBRAS

O custo, para o Sistema Elétrico, de contratação e de produção de energia elétrica das usinas termelétricas, por unidade de energia (R\$ / MWh), é, portanto, determinado da seguinte forma:

$$CT = \frac{RF + EG \times CVU}{EC} \quad (1), \text{ onde:}$$

CT = Custo total por energia contratada (R\$ / MWh)

RF = Receita fixa anual (R\$ / ano)

CVU = Custo Variável Unitário (R\$ / MWh)

EC = Energia contratada (MWh / ano)

EG = Energia gerada (MWh / ano)

PLD = Preço de Liquidação de Diferenças (R\$ / MWh)

De acordo com as regras aplicáveis aos leilões, o custo do combustível necessário para a geração da usina no seu nível de inflexibilidade declarada, quando aplicável, deve ser incluído na receita fixa anual proposta pela empresa participante do leilão, sendo o custo variável de geração aplicável somente à parcela variável de geração acima do nível de inflexibilidade declarado.

3 - Custos de Angra 3

São os seguintes os dados estimados pela ELETRONUCLEAR relativos à comercialização da energia de Angra 3:

Potência nominal: 1435 MW (considerado um acréscimo com relação à potência original de projeto de 1.350 MW)

Consumo interno: 75 MW

Redução de disponibilidade com paradas para reabastecimento de combustível e manutenção: 160 MWmédios

Energia contratada: 1200 MWmédios

Tarifa prevista: 140 R\$ / MWh

Custo do combustível: 22 R\$ / MWh (já incluído na tarifa)

Receita anual correspondente à energia contratada:

R\$ 1.471.680.000,00 / ano

Observe-se que o custo do combustível de Angra 3 já está considerado na tarifa, não sendo, portanto, um custo adicional para o Sistema Elétrico, como é o caso dos contratos de disponibilidade de energia resultantes dos leilões de energia nova aplicáveis às usinas termelétricas.

4 - Resultados do Leilão de Energia Nova Realizado em 16/10/07

A Tabela I apresenta os resultados do leilão de energia nova de (A - 5) realizado em 16/10/07.

Os valores de Custo Variável de Geração das usinas termelétricas participantes do leilão não foram divulgados pela EPE. Para esta análise, foram considerados os valores médios desses custos constantes dos arquivos do programa NEWAVE utilizados no Plano Decenal de Expansão 2007 - 2016 da EPE, para cada tipo de combustível (gás, óleo combustível e carvão) das usinas vencedoras do leilão. Tais valores estão indicados na Tabela II.

Tabela II - Valores médios dos custos de combustível das usinas termelétricas vencedoras do leilão de (A-5) realizado em 16/10/07

Combustível	Energia contratada (MWmed)	Custo do combustível
Gás	351	107,92
Óleo combustível	316	419,92
Carvão	930	87,36

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2007 - 2016 da EPE

5 - Comparação de Custos:

A Figura I mostra:

a) os valores correspondentes aos custos das usinas termelétricas vencedoras do leilão de energia nova realizado em 16/10/07, em função do “Fator de Utilização” (Fu), aqui definido como a relação entre os montantes de energia gerada e de energia contratada para cada usina, isto é:

$$Fu = EG/EC ,$$

onde EG e EC estão indicados na fórmula (1) apresentada no item 2;

b) os valores correspondentes aos custos de Angra 3, também em função do Fator de Utilização.

Observe-se que os custos de Angra 3 independem do custo de combustível, uma vez que este custo já está inserido na tarifa prevista de Angra 3, conforme já explicado no item 3 anterior. Portanto, a curva correspondente aos custos de Angra 3 corresponde a um segmento de reta paralela ao eixo horizontal.

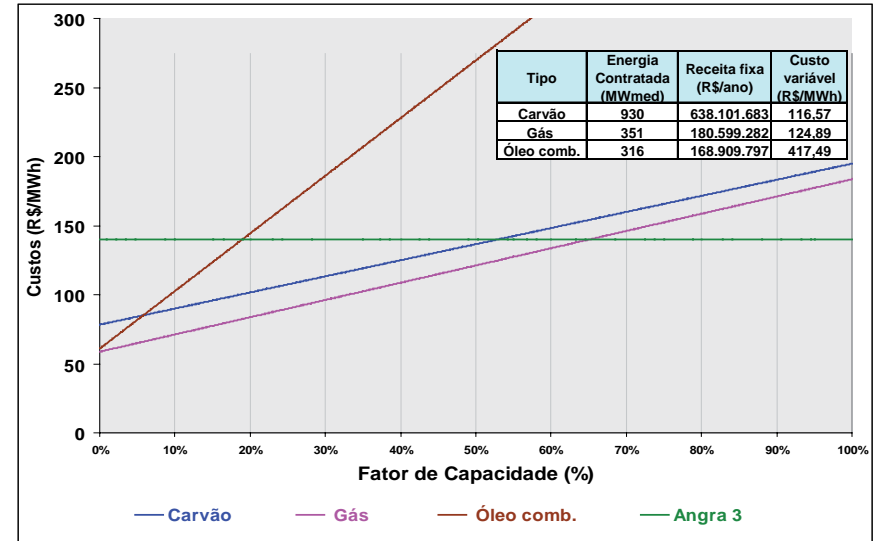
Tabela I - Leilão de (A-5) realizado em 16/10/2007

Usinas Hidrelétricas						
Vendedor	Usinas	Rio	Submercado	Energia Vendida (MW) médios	Preço Lance (R\$/MWh)	Preço Venda (R\$/MWh)
Cemig GT	Funil	Grande	SE	43	125,90	125,90
Eletrosul	São Domingos	Verde	SE	36	126,00	126,57
Foz do Chapecó	Foz do Chapecó	Uruguai	S	259	125,49	131,49
Gefac	Serra do Fação	São Marcos	SE	121	115,00	131,49
Sesa	Estreito	Tocantins	N	256	126,00	126,57
Total/Médias				715	123,95	129,14

Usinas Termelétricas						
Vendedor	Usinas	Combustível	Submercado	Energia Vendida (MW) médios	ICB (R\$/MWh)	Receita Fixa (R\$/ano)
Diferencial	Termomaranhão	Carvão	N	315	128,95	220.677.302,63
Furnas	Santa Cruz Nova - Un. 1 e 2	Gas natural	SE	351	129,34	180.599.281,78
MPX	MPX	Carvão	NE	615	125,95	417.424.380,63
Suaape II	Suaape II	Óleo comb.	NE	265	131,49	141.700.000,00
Thermes	Maracanaú II	Óleo comb.	NE	51	130,95	27.209.796,68
Total/Médias				1597	128,37	-

Total/Média	2.312	127,00	-
--------------------	--------------	---------------	----------

Comparação entre custos de Angra 3 e os custos de usinas térmicas vencedoras do leilão de (A-5) realizado em 16/10/2007, em função do Fator de Capacidade



Obs: O Custo do combustível de Angra 3 já está considerado na tarifa

Figura I: Comparação entre os custos de Angra 3 e os custos de usinas térmicas vencedoras do leilão de (A-5) realizado em 16/10/07, em função de Utilização

6 - Conclusão:

A Figura I do item 5 anterior indica que os custos de Angra 3 são inferiores aos das usinas termelétricas vencedoras do leilão de energia nova realizado em 16/10/07, para Fatores de Utilização superiores aos valores indicados a seguir:

- a) 19%, para as usinas a óleo combustível;
- b) 71%, para as usinas a carvão; e
- c) 76%, para as usinas a gás.