

# Usando Ciclos para Projetar Tendência

Fabio Kanczuk\*

*Área ANPEC: 02: Macroeconomia*

*Código JEL: E32, E37, O41*

*palavras-chave:* ciclos reais; crescimento; hiato externo

*keywords:* business cycles; growth; financing gap

## ***Resumo***

Construímos um modelo de equilíbrio geral dinâmico, no espírito da literatura de Ciclos Reais para projetar as variáveis macroeconômicas Brasileiras no médio prazo. Nas frequências altas, o modelo gera dados simulados consistentes com a volatilidade cíclica das Contas Nacionais e com o caráter contra-cíclico da Balança Comercial. Para as frequências baixas, seguindo a tradição dos modelos de “hiatos”, do FMI e do Banco Mundial, utilizamos o financiamento externo como restrição ao crescimento. Em particular, encontramos que, para um horizonte de 10 anos, um déficit de Transações Correntes de 4,5% do PIB é consistente com uma taxa máxima de crescimento do PIB de somente 3,7%.

## ***Abstract***

We construct a dynamic general equilibrium model, in line with the Real Business Cycles literature, to project Brazilian macroeconomic variables in the medium-term. At high frequencies, the model generates simulated data generated consistent with the cyclical volatilities of the national income as well as with the countercyclical nature of the trade balance. For the low frequencies, following the “Bank-Fund” and “gap” models tradition, we use the external financing gap as a constraint to growth. In particular, we find that for a 10 years time horizon, a Current Account deficit of 4.5% of GDP is consistent with a GDP growth rate of 3.7%.

---

\* IPE/USP: Departamento de Economia, Universidade de São Paulo. Eu agradeço, mas não responsabilizo pelos erros, os agradáveis bate-papos com Chico Faria Jr., Celso Toledo, Totó Santana e Dirceu Bezerra Jr.

## 1) Introdução

A formulação de política econômica em países em desenvolvimento é frequentemente auxiliada por ferramentas de projeção de médio prazo, tais como os modelos RMSM-X (sucessores dos RMSM - Revised Minimum Standard Model) do Banco Mundial, os modelos “Polak” do Fundo Monetário Internacional, e os modelos de “hiato” (vide Agenor e Montiel (1995) e Bacha (1990)). Para que possam efetuar projeções num horizonte de 5 ou 10 anos (frequência baixa), esses modelos sempre contêm alguma especificação da estrutura da produção e das forças que determinam a acumulação dos ativos produtivos. Mas, talvez surpreendentemente, as especificações utilizadas não são quantitativamente confrontadas com as frequências altas (curto prazo) dos dados da economia em questão.

Neste artigo seguimos a filosofia da teoria moderna de ciclos reais (RBC), e consideramos que crescimento e flutuações *não* são fenômenos distintos, a serem estudados com dados separados e ferramentas analíticas diferentes (Cooley (1995)). Assim sendo, construímos uma economia artificial que é utilizada tanto para descrever as flutuações de curto prazo da economia brasileira como para projetar as principais variáveis macroeconômicas em cenários de médio prazo. Nossa análise é dividida em duas fases.

Numa primeira fase, propomos uma economia artificial que gera dados simulados consistentes a simulados consistentes com a volatilidade cíclica das Contas Nacionais e com o caráter contra-cíclico da Balança Comercial. Nossa economia é bastante semelhante à economia pequena e aberta proposta por Correia, Neves e Rebelo (1995), utilizando as preferências propostas por Greenwood, Hercowitz and Huffman (1988). A única diferença importante é a introdução de uma fricção causada pelo sincronismo imperfeito entre as receitas e despesas das firmas, de forma similar a considerada por Christiano and Eichenbaum (1995). Essa imperfeição, modelada através de uma “restrição de capital de giro”, melhora o desempenho da nossa economia calibrada em reproduzir os fatos estilizados da economia brasileira.

Numa segunda fase, utilizamos a economia artificial para projetar as variáveis macroeconômicas num horizonte de dez anos. Para tal, seguimos a tradição dos modelos de médio prazo citados acima, em considerar o financiamento externo como a principal restrição ao crescimento econômico. Em especial, verificamos qual a taxa de crescimento do PIB que é consistente com um déficit de Transações Correntes de no máximo 4,5% do PIB, num horizonte de 10 anos.

Implicitamente, ao utilizarmos o hiato externo como a fundamental restrição ao crescimento, estamos fazendo a hipótese de que há produtividade (total dos fatores) suficiente para que o Brasil cresça. Isto significa assumir que houve melhorias no “ambiente institucional”, tais como o fim da inflação alta (do déficit público que era sua causa), ou uma melhor definição dos direitos de propriedade (o que inclui leis trabalhistas) e redução de

imperfeições no mercado de trabalho, ou uma diminuição das distorções causadas pelo sistema tributário, ou um ainda um aumento no nível de capital humano. Se essa é uma boa hipótese, é uma questão difícil. Contudo, esse artigo parte do princípio que é informativo abstrairmos dessa questão, assumir que a única restrição à produtividade é dada pelo financiamento externo, e computar qual seria o máximo crescimento do PIB compatível com essa hipótese.

Em termos práticos, nosso exercício é o seguinte. Alimentamos nossa economia com o maior valor constante para o crescimento (geométrico) da produtividade tal que o déficit de Transações Correntes calculado não ultrapasse 4,5% do PIB num horizonte de dez anos (isso é feito de modo iterativo). Imaginamos que quando a restrição externa se tornar relevante (*binding*), haverá uma mudança no ambiente econômico, possivelmente um aumento da taxa de juros ou uma queda na produtividade, de tal forma que o déficit externo deixe de aumentar. Acreditamos que esse procedimento seja informativo, mas sabemos que é *ad-hoc*, e deve ser considerado como uma primeira etapa. O próximo passo seria explicitamente modelar credibilidade, tornando endógeno o nível de déficit de Transações Correntes que é sustentável, dado um nível de capital e taxa de crescimento do PIB.

Na seção seguinte descrevemos a economia artificial utilizada. Na seção 3 confrontamos os dados simulados por essa economia com as flutuações das séries brasileiras. Na seção 4 executamos o experimento proposto, obtendo um perfil para as várias séries macroeconômicas, e discutimos sua robustez. Conclusões estão na seção 5.

## 2) Modelo

Nossa economia artificial é povoada por um *continuum* de famílias idênticas e de vida infinita, com nomes no intervalo  $[0, 1]$ . Cada uma dessas famílias tem uma dotação de tempo para cada período que deve ser repartida entre lazer ( $l_t$ ) e trabalho ( $h_t$ ). A dotação de tempo é normalizada para uma unidade, isto é,  $h_t + l_t = 1$ . Adicionalmente, as famílias possuem um nível inicial de capital  $k_0$  que elas alugam para as firmas, e podem aumentar através de investimentos, e um nível inicial de títulos  $b_0$  que rendem uma taxa de juros estocástica  $r_t$ .

A utilidade das famílias para cada período é definida em termos das sequências estocásticas de consumo e lazer:

$$U_s = E_s \sum_{t=s}^{\infty} [(1+h)\mathbf{b}]^{t-s} u(c'_t, h'_t)$$

em que  $c'_t$  e  $h'_t$  representam sequências Arrow-Debreu de consumo e trabalho contingentes ao estado em termos per capita,  $h$  representa a taxa de crescimento da população, e  $\mathbf{b} \hat{\mathbf{I}} [0, 1]$  um parâmetro de desconto.

Utilizamos a forma funcional para a utilidade instantânea proposta por Greenwood, Hercowitz and Huffman (1988), a qual tem a propriedade de que a elasticidade intertemporal de substituição associada com o lazer é zero:

$$u(c, 1-h) = (c - ah^n)^{1-s} / (1-s)$$

Para que economias com essas preferências sejam consistentes com um estado estacionário em que há crescimento, é necessário que a desutilidade de trabalhar no mercado aumente com o nível de progresso tecnológico. Este efeito pode ser interpretado como progresso tecnológico associado com a produção em atividades domésticas (veja nota de rodapé 11 em Christiano, Eichenbaum and Evans (1997)). A utilização dessa forma funcional para as preferências é essencial para que obtenhamos um caráter contra-cíclico para exportações líquidas, conforme nos mostram os trabalhos de Correia Neves e Rebelo (1995) e Kanczuk (2001).

As famílias que povoam a economia ofertam trabalho e capital às firmas que têm acesso a uma tecnologia descrita por uma função de produção Cobb-Douglas:

$$Y'_t = F(z_t, K'_t, H'_t) = \exp(z_t) (1+g)^{(1-q)t} K'^q_t ((1+h)^t H'_t)^{1-q}$$

em que trabalho ( $H'_t$ ) e capital acumulado ( $K'_t$ ) são insumos,  $g$  representa a taxa de crescimento tecnológico, e  $z_t$  é um parâmetro estocástico de produtividade.

O estado estacionário dessa economia é um crescimento balanceado (*balanced growth path*). Para trabalharmos com variáveis sem tendência, normalizamos a equação anterior pelo fator de crescimento da economia  $(1+h)(1+g)$ , e denotamos  $K_t = K'_t / [(1+h)(1+g)]^t$ , com expressões análogas para as outras variáveis. De forma semelhante, para variáveis que já estão em termos per capita, utilizamos  $c_t = c'_t / (1+g)^t$ .

Assumimos que  $z_t$  e  $r_t$  evoluem de acordo com as leis de formação:

$$z_{t+1} = \mathbf{r}_z z_t + \mathbf{e}_{z_t}$$

$$r_{t+1} = \mathbf{r}_r r_t + \mathbf{r}_y y_t + \mathbf{e}_{r_t}$$

em que  $\mathbf{e}_z$  e  $\mathbf{e}_r$  são distribuídas de acordo com uma normal, com média zero e desvios padrão  $\mathbf{s}_e$  and  $\mathbf{s}_r$ . A lei de formação para o resíduo de Solow,  $z_t$ , é usual na literatura. Para a taxa de juros real,  $r_t$ , estamos assumindo que a política monetária tem a forma proposta por Taylor (1999). Como nosso modelo não contempla inflação (ou outras variáveis nominais), a taxa de juros é somente uma função das taxas de juros anteriores e do hiato do produto ( $y_t$ ). O hiato do produto, como usual, é o produto filtrado pelo filtro de Hodrick- Prescott.

O capital deprecia exponencialmente a uma taxa  $d$  e os consumidores adicionam ao estoque de capital através de investimentos de uma parte do produto a cada período. Investimentos em  $t$  produzem capital em  $t+1$ , de forma que a lei de formação para o capital agregado é

$$(1+h)(1+g)K_{t+1} = (1-d)K_t + I_t$$

As firmas alugam capital e contratam trabalho. Em contraste com os modelos mais usuais de ciclos reais, assumimos que as firmas também têm que permanecer, em cada período,

com uma fração  $\mathbf{a}$  da produção, na forma de capital de giro. Essa restrição ocorre devido a falta de sincronismo entre as receitas e despesas, e faz com que as firmas permaneçam com os recursos necessários para pagar por parte dos salários e do aluguel do capital em caixa. Note que essa restrição é análoga a uma de *cash-in-advance*, mas ocorre no lado da produção.

Denotamos por  $M_t$  a quantidade de capital de giro entre  $t$  e  $(t + 1)$ . Esses recursos são emprestados pelo governo, e devolvidos no período seguinte. Alternativamente, pode-se pensar que as firmas tomam esses empréstimos de intermediários financeiros, mas como no nosso modelo o governo transfere recursos de volta às famílias na forma *lump-sum*, e seria exatamente isso que intermediários financeiros fariam com seus lucros, esta hipótese é inofensiva. Podemos escrever o problema da firma como

$$\text{Max}\left\{\sum_{t=s}^{\infty} \frac{[Y_t - w_t H_t - u_t K_t - M_t + M_{t-1}]}{\prod_{j=s}^t (1+r_j)^{j-s}}\right\}$$

sujeito às restrições de capital de giro,

$$M_t \geq \mathbf{a}Y_t$$

Note que como o capital de giro não rende juros, essa desigualdade sempre será restritiva (*binding*), e que para  $\mathbf{a} = 0$  o problema da firma se reduz ao caso usual.

O problema das firmas transformado pela restrição de capital de giro é, em princípio, complicado, mormente porque os mercados não são necessariamente completos ( $r_t$  é estocástico). Contudo, resulta que ele pode ser dividido em problemas de maximização para cada período (vide Kanczuk (2000)). As famílias, em contraste, resolvem um problema intertemporal, e têm que formar expectativas sobre preços futuros. Elas escolhem consumo, investimento, demanda por (novos) títulos externos e horas de trabalho em cada data para maximizar o valor descontado da utilidade sujeito à sequências de restrições orçamentárias e leis de formação de capital e títulos:

$$c_t + i_t [1 + \mathbf{f}(i_t/k_t)] + nx_t \leq w_t (1 - \mathbf{t})h_t + u_t k_t - (u_t - \mathbf{d})\mathbf{t}k_t + T_t$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})k_{t+1} = (1 - \mathbf{d})k_t + i_t$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})b_{t+1} = (1 + r_t(1 - \mathbf{t}_r))b_t + nx_t$$

As sequências  $i_t$  e  $nx_t$  representam, respectivamente, investimento e exportações líquidas. A função  $\mathbf{f}(i_t/k_t)$  é convexa, e representa os custos associados com a instalação de capital, uma prática comum em modelos de economia pequena e aberta. Assumimos que sua forma funcional é  $\mathbf{f}_1(i_t/k_t) = \mathbf{f}(i_t/k_t) - \mathbf{d} - \mathbf{h} - \mathbf{g} - \mathbf{h}\mathbf{g}^2$ , em que, com leve abuso de notação, o  $\mathbf{f}$  do lado direito da equação é uma constante. Essa formulação implica que os custos sejam zero no estado estacionário.

A taxa de imposto  $t$  é cobrada sobre a remuneração do trabalho e capital, livre de depreciação. A taxa  $t_r$  é cobrada sobre a remuneração financeira dos títulos externos. Finalmente,  $T_t$  corresponde a transferências *lump-sum*.

Seria natural esperar que o problema das famílias envolvesse a compra de títulos do governo (domésticos) assim como de títulos externos; e que o governo mantivesse posições tanto em títulos domésticos como em títulos externos. No entanto, vale notar que especificamos o problema das famílias com respeito somente à posição de títulos externos. Fazendo isso, estamos assumindo que os títulos externos e domésticos são substitutos perfeitos, e adicionando no problema do setor privado a restrição orçamentária do setor público. Assim, as posições dos agentes referem-se a posição do país como um todo com relação ao resto do mundo, incluindo tanto a dívida externa do setor privado como a dívida externa do setor público. Além disso, a dívida doméstica do governo e os ativos domésticos do setor privado desaparecem, já que se cancelam.

A ação do setor público sobre o setor privado é distorcer as alocações através da cobrança de impostos, e devolver parte desses recursos na forma *lump-sum*. Ao resolver o problema dessa forma, adicionando a restrição orçamentária do governo à do setor privado, estamos assumindo que o setor público é solvente, no sentido Ponzi. Note também que o consumo do governo não entra nas preferências das famílias. Essa hipótese pode ser entendida como separabilidade entre os bens públicos e privados na função de utilidade.

Para determinarmos a política do governo necessitamos saber como ele aloca seus recursos entre consumo e transferências. Assumimos que

$$T_t = \mathbf{x}t[w_t H_t + (u_t - \mathbf{d})K_t]$$

em que  $\mathbf{x} \hat{I} [0, 1]$ . Ou seja, uma fração constante dos impostos arrecadados sobre a remuneração do trabalho e do capital é alocada para transferências, enquanto a arrecadação restante corresponde ao consumo do governo.

Utilizamos o conceito de Equilíbrio Competitivo Recursivo. As variáveis de estado para cada família são  $(z_t, r_t, K_t, k_t, B_t, b_t)$ . A equação de otimalidade no problema das famílias pode ser escrita

$$V(z, r, K, k, B, b) = \text{Max}\{\log(c) - ah + \mathbf{b}(1 + \mathbf{h})E[V(z', r', K', k', B', b') | z, r]\}$$

tal que

$$c + i[1 + \mathbf{f}(i/k)] + nx \leq w(z, r, K)(1 - \mathbf{t})h + u(z, r, K)k - (u(z, r, K) - \mathbf{d})tk + T$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})k' = (1 - \mathbf{d})k + i$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})K' = (1 - \mathbf{d})K + I$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})b' = (1 + r(1 - \mathbf{t}_r))b + nx$$

$$(1 + \mathbf{h})(1 + \mathbf{g})B' = (1 + r(1 - \mathbf{t}_r))B + NX$$

$$z' = \mathbf{r}_z z + \mathbf{e}_z$$

$$r = r'(z, r, K, B)$$

$$T = T(z, r, K, B)$$

Um *equilíbrio competitivo recursivo* para essa economia consiste de uma função valor  $V(z, r, K, k, B, b)$ ; um conjunto de regras de política para as famílias,  $c(z, r, K, k, B, b)$ ,  $i(z, r, K, k, B, b)$ ,  $nx(z, r, K, k, B, b)$ , and  $h(z, r, K, k, B, b)$ ; um conjunto correspondente de regras de política agregada per capita,  $C(z, r, K, B)$ ,  $I(z, r, K, B)$ ,  $NX(z, r, K, B)$ , and  $H(z, r, K, B)$ ; e funções dos preços dos fatores,  $w(z, r, K)$  and  $u(z, r, K)$ , tal que essas funções satisfazem:

- i) o problema das famílias
- ii) o problema das firmas
- iii) as políticas fiscal e monetária do governo, isto é,  $T(z, r, K, B) = \mathbf{x}t[w(z, r, K)H(z, r, K, B) + (u(z, r, K) - \mathbf{d})K]$ , and  $r'(z, r, K, B) = \mathbf{r}_r r + \mathbf{r}_y y(z, K) + \mathbf{e}_r$ .
- iv) as condições de equilíbrio de mercado (*market clearing*), isto é,  $c(z, r, K, K, B, B) = C(z, r, K, B)$ ,  $i(z, r, K, K, B, B) = I(z, r, K, B)$ ,  $nx(z, r, K, K, B, B) = NX(z, r, K, B)$ , and  $h(z, r, K, K, B, B) = H(z, r, K, B)$ .

### 3) Dados e Calibração

Seguindo Pastore and Pinotti (2000), utilizamos dados trimestrais de 1980:1 a 2000:1, excluindo as observações do ano 1990 devido a sua particular turbulência. Todos os dados foram obtido do IPEADATA ([www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br)).

PIB é a série dessazonalizada de média móvel, e investimento vem da fração do PIB alocada para formação de capital. Por que não dispomos de uma boa série de consumo do governo trimestral, analisamos o comportamento da série correspondente a *soma* do consumo privado com o consumo do governo. Essa série é obtida simplesmente pela subtração do investimento da série de PIB. A rigor a série de exportações líquidas também deveria ser descontada, mas como para o Brasil elas são uma fração bem pequena do PIB (menos de 2%) elas podem ser desconsideradas, com a vantagem de não poluírem a série de consumo. Como não temos uma série de bens duráveis, eles estão incluídos na série de consumo ao invés de serem adicionados ao investimento, como sugere a literatura de ciclos reais. Também não temos uma série de horas trabalhadas. No seu lugar utilizamos a série de emprego nas áreas metropolitanas (PME).

A taxa de juros real é a SELIC descontada pelo IPCA centrado. Aqui estamos usando a hipótese de substituição perfeita entre títulos domésticos e internacionais, que é justificada pela arbitragem entre os títulos que ocorre no mercado secundário. Além disso, há evidência anedótica que a SELIC é a taxa com efeitos mais importantes sobre a economia, e a “IS

dinâmica” é uma das únicas relações estimadas com alguma robustez para o Brasil, um fato estilizado que queremos que seja reproduzido por nossa economia artificial.

Utilizando as médias no período calibramos  $r^m = 1.9\%$ ,  $h = 0.36\%$ , and  $g = 0.21\%$ .

Dividindo a lei de formação do passivo externo pelo PIB obtemos,

$$(1+h)(1+g)B_{t+1}/Y_{t+1} = (1+r_t(1-t_r))B_t/Y_t + (G_t + T_t - R_t)/Y_t$$

O valor médio das exportações líquidas no período foi de 1,3% do PIB, e do passivo externo líquido de 46% do PIB. Usando esses valores na equação acima obtemos  $t_r = 33\%$ . Note que  $t_r$  não significa necessariamente impostos sobre os títulos internacionais, mas qualquer diferença de remuneração entre o rendimento da SELIC e do passivo externo.

Utilizamos um valor para a fração correspondente à remuneração do capital de  $q = 0.40$ , seguindo a evidência internacional, sob o argumento que o IBGE superestima esse valor nas contas nacionais, adicionando “indevidamente” parte da remuneração dos autônomos à remuneração do capital. Assumimos que a depreciação do capital é de  $d = 4,8\%$ , conforme Cooley (1995), com a consideração de que a depreciação do Brasil é igual à dos EUA (o que é diferente de assumir que a vida média dos bens é a mesma). Esse valor implica numa relação capital-produto de 2,9 (anual), em linha com a encontrada por Araújo e Ferreira (1999). Para calibrar os impostos sobre as remunerações do trabalho e capital utilizamos a equação de Euler para o investimento,

$$r^m(1-t_r) = (qy/k - d)(1-t)$$

que implica em  $t = 41\%$ . Esse valor implica em uma carga tributária superior a observada (30%), mas provavelmente próximo ao efeito marginal observado. Utilizando a média histórica, calibramos  $x = 0,33$ .

Seguindo Greenwood, Hercowitz and Huffman (1988), utilizamos  $s = 2$ . Em contrapartida, empregamos  $n = 1,1$ , enquanto esses autores utilizam  $n = 1,6$ , mas reportam que as estimações disponíveis para a elasticidade intertemporal do trabalho divergem bastante. Há duas razões para nossa escolha. Do ponto de vista teórico, que parece ter se tornado claro somente após 1988, com os modelos de *household production*, esse valor corresponde a desutilidade relativa de trabalhar em atividades domésticas *vis-a-vis* atividades do mercado, as quais são a princípio equivalentes (vide novamente Christiano, Eichenbaum and Evans (1997)). Do ponto de vista empírico, somente valores baixos (inferiores a 1,2) desse parâmetro são consistentes com uma Balança Comercial contra-cíclica. Como a forma funcional utilizada restringe  $n$  a valores superiores a unidade, escolhemos  $n = 1,1$ .

Utilizando a equação de Euler do trabalho e que a fração de horas alocadas para o trabalho é cerca de um terço (vide Ellery, Gomes e Sachida (2000)), calibramos  $a = 1,9$ . Da equação de Euler para os títulos governamentais temos  $b = 0.99$ .



Os parâmetros para o processo estocástico de  $r_t$  são obtidos através de uma regressão ordinária de minimização de mínimos quadrados (OLS), como sugerido por Taylor (1999). Obtemos que o coeficiente para o hiato do produto ( $r_y$ ) é estatisticamente irrelevante (p-value igual a 74%), e o coeficiente para a taxa de juros defasada é relevante e igual a  $r_r = 0.33$  (p-value igual a 0,8%). O resíduo da regressão nos dá  $s_r = 5.7\%$ .

Como não há uma série de horas trabalhadas para o Brasil, não podemos seguir a estratégia de computar o resíduo de Solow e utilizá-lo para estimar o processo estocástico associado com os choques tecnológicos. Por este motivo, apelamos à estratégia alternativa de escolher os parâmetros de forma a reproduzir a correlação serial do PIB. Seguindo a literatura para os Estados Unidos, escolhemos  $r_z = 0.95$ . O parâmetro  $s_z$  é escolhido juntamente com o parâmetro  $f$  de forma que as volatilidades do PIB e do investimento das séries simuladas sejam iguais às dos dados. Com esse objetivo, escolhemos  $s_z = 0.0095$  e  $f = 140$ . Embora esse procedimento seja comum na literatura, ele tem o defeito metodológico de se utilizar segundos momentos para um modelo que será utilizado exatamente para se computar os segundos momentos.

Para calibrar o parâmetro da restrição de capital de giro  $a$ , calculamos a diferença entre os ativos líquidos (excluindo os investimentos financeiros) e passivos líquidos (excluindo empréstimos de curto prazo) para todas as empresas listadas na BOVESPA entre os anos de 1996 e 1999. A média ponderada (pelo tamanho das empresas) dessa diferença dividida pelas vendas totais de cada empresa é bastante estável no tempo, e tem média  $a = 11\%$ . Para comparar, também simularemos a economia sem restrição de capital de giro, com  $a = 0$ .

Os parâmetros calibrados, em termos trimestrais, estão sumarizados na seguinte tabela:

$q$	$d$	$f$	$r_z$	$s_z$	$g$	$b$	$A$	$h$
0,40	0,0012	140	0,95	0,0095	0,0021	0,99	1,9	0,0036

$\sigma$	$v$	$R^M$	$\rho_Y$	$\rho_R$	$B/Y$	$\tau_R$	$\tau$	$\xi$
2,0	1,1	0,019	0	0,33	-1,8	0,33	0,41	0,33

#### 4) Performance na frequência alta

A seguir computamos o equilíbrio utilizando as técnicas computacionais de aproximação do problema a um linear quadrático (veja Cooley (1995)). Daí simulamos a economia artificial para comparar com os dados brasileiros. Como mencionado antes, utilizamos dados no intervalo de 1980 a 2000. Para caracterizar o comportamento cíclico das séries, primeiramente computamos o logaritmos de todas as variáveis com exceção da balança

comercial e da taxa de juros, e depois removemos sua tendência suave (baixa frequência) utilizando um filtro de Hodrick-Prescott. Como as exportações líquidas assumem valores negativos, expressamos sua série como desvios em relação a média, utilizando a aproximação local  $\log(nx_t) : nx_t / \text{média}(nx_t) - 1$ . A seguir, prosseguimos com a filtragem através do Hodrick-Prescott.

As duas primeiras colunas das tabelas 1 e 2 mostram as propriedades das flutuações cíclicas brasileiras. A tabela 1 indica as volatilidades das séries, e a tabela 2 as correlações contemporâneas das diversas séries com a série do PIB. A primeira coluna corresponde aos dados referentes a período completo da amostra, 1980:1 a 2000:4, enquanto a segunda coluna corresponde ao período mais recente de 1991:1 a 2000:4.

Note que o consumo e o investimento são fortemente pro-cíclicos, o investimento é aproximadamente três vezes mais volátil que o PIB, e o consumo é menos volátil. As exportações líquidas são contra-cíclicas e muito mais voláteis que as outras séries, um comportamento já observado em outros países (Correia, Neves e Rebelo (1995)). Contudo, devemos considerar o valor absoluto de sua volatilidade com certa desconfiança devido a necessidade da aproximação da função logarítmica próxima a raiz. A série de emprego indica volatilidade inferior ao PIB, diferentemente do comportamento internacionalmente observado, o que é provavelmente um reflexo da utilização de uma série que só contempla uma das margens de ajuste (vide Kanczuk e Faria (2000) para um estudo da indústria brasileira, uma indicação que a série relevante de horas trabalhadas no Brasil deve ser mais volátil do que a disponível).

A taxa de juros é contra-cíclica e apresenta bastante volatilidade. Para melhor observarmos a ligação entre o juros real e a atividade econômica reproduzimos o exercício de Pastore e Pinotti (2000), regredindo o PIB filtrado (hiato) em sua defasagem e na taxa de juros contemporânea (tabela 3). Como já mencionamos, essa relação, chamada modernamente de IS dinâmica, é um fato estilizado robusto a diferentes períodos, que queremos que seja reproduzido por nossa economia.

A terceira coluna das tabelas 1, 2 e 3, com o título “Economia 1”, refere-se aos dados gerados através da nossa economia artificial *sem* restrição de capital de giro, i.e., com  $\mathbf{a} = 0$ . Conforme esperado, a volatilidade do emprego simulada é maior que a dos dados, já que se refere às duas margens de ajuste. As correlações do consumo e horas trabalhadas com o PIB das séries simuladas são superiores às dos dados mas, no geral, os resultados referentes ao PIB, consumo, investimento e exportações líquidas nos parecem bons. O ponto crítico da economia 1 é o comportamento dos juros reais, que não é contra-cíclico, e não implica em uma IS-dinâmica de acordo com a real.

A última coluna das tabelas 1, 2 e 3, “Economia 2”, mostra a performance da nossa economia artificial preferida, *com* restrição de capital de giro. O comportamento é praticamente igual ao da economia 1, mas os juros reais passam a ser contra-cíclicos, e a IS-dinâmica

calculada a partir dos dados simulados se assemelha bastante a dos dados. O fato de as exportações líquidas parecerem mais voláteis nas simulações não nos parece de grande importância, uma vez que este valor é extremamente sensível ao ponto de linearização da função logaritmo. Na próxima seção, a economia 2 é utilizada para traçar cenários de médio prazo.

## 5) Cenários para frequência baixa

Para compreender nossa metodologia de projeção é útil dividir as séries temporais macroeconômicas em três componentes: (i) tendência, (ii) frequência baixa e (iii) frequência alta. Por tendência compreende-se um fator geométrico que é o valor médio no período do crescimento da série em questão; por frequência baixa, a série correspondente ao filtro Hodrick-Prescott aplicado sobre (o logaritmo) da série já sem a tendência; e por frequência alta, o resíduo da série, uma vez subtraídas a tendência e a frequência baixa.

A metodologia de ciclos reais implicitamente também divide as séries nessas três componentes, fazendo com que a tendência seja dada pelos crescimentos populacionais e tecnológicos, e que as flutuações (frequência alta) sejam obtidas após filtragem. A parte implícita está em filtrar a série original, sem eliminar a tendência, o que é equivalente se recordarmos que a tendência também é eliminada pela a filtragem.

Alterar a tendência para efetuar uma projeção significaria ter que recalibrar o modelo, alterando os valores de  $g$ ,  $h$ , e assim  $b$ . Não há nada em princípio errado em fazê-lo, mas uma alteração nas preferências nunca é uma boa opção sob o ponto de vista metodológico. Com isso em mente, optamos por manter a tendência das séries constante, alterando a frequência baixa. Em outras palavras, nossa metodologia consiste em supor um comportamento para a frequência baixa e obter a reação da economia artificial (frequência alta) que resulta dessa suposição.

Para melhor visualização, na figura 1 reportamos a série do logaritmo do PIB sem tendência e a do filtro de Hodrick-Prescott aplicado a essa série. A série HP corresponde à frequência baixa, e a série PIB à soma da frequência baixa com a frequência alta. A série correspondente à tendência, que em logaritmo seria uma reta inclinada, não aparece na figura. Nossa metodologia é supor uma determinada inclinação para a série HP a partir de 2001 (como aparece na figura), e obter (endogenamente) o PIB juntamente com as demais séries macroeconômicas, para um intervalo futuro desejado.

O procedimento computacional utilizado é o de fazer sucessivas convergências ao estado estacionário. Encontramos o nível de capital inicial para cada uma dessas convergências subtraindo do capital de estado estacionário uma quantia devida ao crescimento (exógeno) da baixa tendência. A opção por simular convergências, ao invés de choques tecnológicos, justifica-se por seu caráter permanente. Como choques tecnológicos (resíduo de Solow) são temporários, optamos por impor valores sempre iguais a zero para  $z_t$ .

É interessante notar que o único parâmetro exógeno necessário para simulações é a taxa de crescimento da frequência baixa. Todo o demais, velocidades de convergência, comportamento do investimento e exportações líquidas, horas trabalhadas, capital e passivo externo acumulados, são obtidos endogenamente. Mais importante, esse comportamento endógeno foi confrontado com os dados brasileiros na seção anterior, com bom desempenho.

Inicialmente escolhemos um valor alto para a taxa de crescimento da frequência baixa, e obtemos o cenário mostrado nas figuras 2 a 6. Para verificar a consistência do procedimento, o cenário foi traçado para um horizonte de 150 anos. Observe que o passivo externo líquido sobre o PIB se estabiliza (figura 6), embora as exportações líquidas pareçam inicialmente atingir valores surpreendentemente negativos que até sugerem insolvência. Nosso modelo exclui a possibilidade de jogos de Ponzi, o que implica em equilíbrios em que o Brasil é sempre solvente, no sentido de os agentes poderem pagar as dívidas adquiridas. Contudo, o equilíbrio não é necessariamente sustentável, no sentido de os agentes preferirem pagar a dívida a um default (vide Obstfeld and Rogoff (1995) para essa distinção). É exatamente por isso que escolhemos um limite para o déficit de Transações Correntes. Estamos implicitamente, e de forma *ad-hoc*, escolhendo um critério de sustentabilidade, a partir do qual os agentes econômicos optariam por não pagar suas dívidas e, portanto, não obteriam empréstimos.

A seguir, reduzimos a taxa de crescimento da frequência baixa até atingirmos uma situação em que o déficit de Transações Correntes fique inferior a 4,5% do PIB nos primeiros dez anos. As figuras correspondente a esse cenário se são idênticas em forma às já apresentadas, mas as com todas as variáveis assumindo valores mais baixos (em módulo). O crescimento médio do PIB nesses dez anos é de somente 3,7%. Será que nosso futuro é medíocre a esse ponto? Há várias qualificações a este resultado. No que segue, colocamos algumas questões e possibilidades que, esperamos, possam desafiá-lo.

O primeiro desafio a esse resultado pode ser implementado no próprio arcabouço aqui desenvolvido. Assumimos que o horizonte relevante para a restrição a sustentabilidade é igual a dez anos. Novamente de forma implícita, estamos considerando que os emprestadores internacionais trabalham com esse horizonte, mas não temos justificativa para tal. Como a curva de Transações Correntes é monotônica decrescente, experimentos com horizontes mais curtos implicam em maiores taxas de crescimento. Em especial, um horizonte de cinco anos é consistente com uma taxa média anual de crescimento do PIB de 4,5%.

Uma segunda possibilidade seria explicitamente modelar sustentabilidade, endogeneizando o nível de Transações Correntes consistente com uma dada taxa de crescimento, nível de capital, e nível do passivo externo líquido. O trabalho de Kehoe e Perri (2000) estuda restrições endógenas de crédito no caso em que o financiamento externo serve para suavizar o consumo em caso de choques de produtividade. Seria necessário estender esse trabalho para um caso em que o financiamento externo permite também crescimento

econômico, o que parece não ser trivial. Além das dificuldades de formulação teórica, a implementação numérica através da aproximação da função valor num espaço de estados discreto, que é utilizada pelos autores, provavelmente resulta num problema de excessivas dimensões, no nosso caso.

Uma terceira possibilidade seria avançar no modelamento da estrutura produtiva. O ganho desse detalhamento seria permitir que alterações no sistema produtivo possibilitem um maior crescimento econômico no caso de restrição ao crédito. Um exemplo disso seria construir um modelo com um setor de bens *non-tradeables*, um setor de bens importáveis e outro de bens exportáveis. Talvez a restrição externa implique num desenvolvimento baseado no setor de exportáveis em detrimento dos outros setores. Um outro exemplo seria construir um modelo que especificasse os quarenta e dois setores da matriz insumo-produto, na linha dos “modelos de equilíbrio geral computável”. Em ambos os casos, deve haver grandes desafios em termos de modelar o comportamento dinâmico enquanto se sofisticava a estrutura intratemporal, e de calibração dos vários novos parâmetros.

## **6) Conclusões**

Construímos um modelo com microfundamentos, na tradição da literatura de Ciclos Reais para projetar o PIB brasileiro nos próximos dez anos. O modelo é bastante semelhante ao de uma economia pequena aberta proposto por Correia, Rebelo e Neves (1995), mas inclui uma fricção devido a falta de sincronismo das receitas e despesas das firmas, especificada através de uma restrição de Capital de Giro. Os dados simulados pela economia artificial são bastante consistentes com os fatos estilizados das flutuações econômicas brasileiras.

Escolhendo exogenamente a taxa de crescimento da componente em frequência baixa do PIB, podemos obter o comportamento das demais séries econômicas endogenamente. Em especial, o perfil das exportações líquidas são calculados segundo a maximização dos agentes econômicos, e em conformidade com o comportamento de alta frequência dessa série observado no passado.

Seguindo a tradição dos modelos de “hiato”, do Banco Mundial, do Fundo Monetário Internacional, assumimos que a restrição ao crescimento é dada por um limite ao déficit de Transações Correntes. Em particular, assumimos que esse limite é de 4,5% do PIB, num horizonte de dez anos. Com isso, calculamos o crescimento máximo do PIB que é consistente com essa restrição, obtendo uma taxa média de 3,7% ao ano.

Há várias formas de desafiar esse resultado, inclusive no próprio arcabouço desse artigo. Talvez mais importante que o resultado em si, é a metodologia descrita. Em contraste com os modelos tipicamente utilizados para construir cenários, a formação de poupança doméstica e externa ocorre endogenamente, e está de acordo com o comportamento de alta frequência observado nos últimos vinte anos. Para construir cenários, a única variável exógena necessária é

o crescimento do PIB. Consequentemente, essa metodologia nos permite obter o crescimento do PIB máximo para uma restrição externa qualquer, nada mais exógeno.

## Referências

- Agenor, P-R and Montiel, P.J. (1995) *Development Macroeconomics*. Princeton Univ. Press.
- Araújo, C. H. V. e Ferreira, P. C. G. (1999) “Reforma Tributária, Efeitos Alocativos e Impactos de Bem-Estar” *Revista Brasileira de Economia* 53(2): 133-166
- Bacha, E. L. (1990) “A Three-Gap Model of Foreign Transfers and the GDP Growth Rate in Developing Countries” *Journal of Development Economics* 32: 279-296
- Christiano, L. J., and Eichenbaum, M. (1995) “Liquidity Effects, Monetary Policy, and the Business Cycle” *Journal of Money, Credit, and Banking* 27(4): 1113-1136.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M. and Evans, C. L. (1997) “Sticky price and limited participation models of money: a comparison” *European Economic Review* 41: 1201-1249.
- Cooley, T. F. (1995). *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton Univ. Press
- Correia, I., Neves, J. and Rebelo, S. (1995), “Business Cycles in a Small Open Economy”, *European Economic Review* 39: 1089-1113.
- Ellery, R. Jr., Gomes, V. and Sachida, A. (2000) “Business Cycle Fluctuations in Brazil”, texto para discussão, UnB.
- Greenwood, J. Hercowitz, Z. and Huffman, G. (1988) “Investment, capacity utilization and the business cycle” *American Economic Review* 78: 402-417
- Kanczuk, F. (2000) “Real Interest Rates and Brazilian Business Cycles”, mimeo, Univ. de São Paulo
- Kanczuk, F. (2001) “Business Cycles in a Small Open Brazilian Economy”, *Economia Aplicada*, no prelo.
- Kanczuk, F. and Faria, F. Jr., (2000) “Ciclos Reais para a Indústria Brasileira”, *Estudos Econômicos* 30 (3): 335-350.
- Kehoe, P. J. and Perri, F. (2000) “International Business Cycles with Endogenous Incomplete Markets” NBER working paper 7870
- Obsfeld, M. and Rogoff, K (1995), *Foundations of International Macroeconomics*. MIT Press.
- Pastore, A. C. and Pinotti, M. C. (2000), “One year of inflation targeting in Brazil: What have we learned about the channels of monetary transmission”, manuscrito
- Taylor, J. B. (1999) *Monetary Policy Rules*. The Univ. of Chicago Press

Tabela 1: Desvios padrão (em %) das séries filtradas

<b>VARIÁVEL (X)</b>	<b>DADOS 1980:1 – 2000:4</b>	<b>DADOS 1991:1 – 2000:4</b>	<b>ECONOMIA 1 <math>a = 0</math></b>	<b>ECONOMIA 2 <math>a = 0,11</math></b>
<b>PIB (Y)</b>	2,7	1,9	2,6	2,7
<b>Consumo</b>	1,9	1,4	1,4	1,6
<b>Invest.</b>	7,7	6,6	7,7	7,7
<b>Export. Líquida</b>	70	83	84	99
<b>Juros Reais</b>	4,9	4,2	5,5	5,5
<b>Emprego</b>	1,4	1,3	2,4	2,6

Tabela 2: Correlação (contemporânea) com o PIB das séries filtradas

<b>VARIÁVEL (X)</b>	<b>DADOS 1980:1 – 2000:4</b>	<b>DADOS 1991:1 – 2000:4</b>	<b>ECONOMIA 1 <math>a = 0</math></b>	<b>ECONOMIA 2 <math>a = 0,11</math></b>
<b>Consumo</b>	0,93	0,87	0,97	0,93
<b>Invest.</b>	0,89	0,85	0,98	0,95
<b>Export. Líquida</b>	-0,44	-0,53	-0,92	-0,63
<b>Juros Reais</b>	-0,29	0,03	0,04	-0,22
<b>Emprego</b>	0,46	0,53	1,00	0,98

Tabela 3: IS dinâmica. Variável dependente: hiato do produto

<b>VAR. INDEP.</b>	<b>DADOS 1980:1 – 2000:3</b>	<b>DADOS 1991:1 – 2000:3</b>	<b>ECONOMIA 1 <math>a = 0</math></b>	<b>ECONOMIA 2 <math>a = 0,11</math></b>
<b>Hiato (-1)</b>	0,67 (0,07)	0,58 (0,13)	0,67	0,63
<b>Juros Real</b>	-0,12 (0,04)	-0,12 (0,06)	0,01	-0,09

Desvios padrão entre parêntesis

Figura 1: Componentes do PIB sem tendência

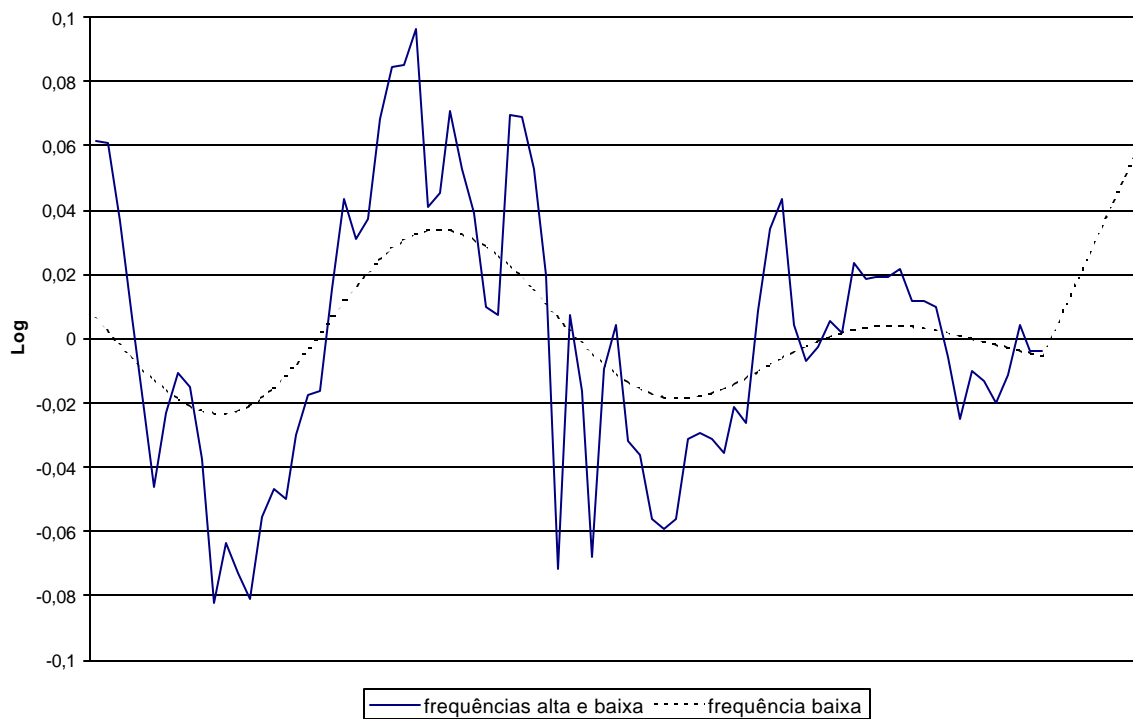
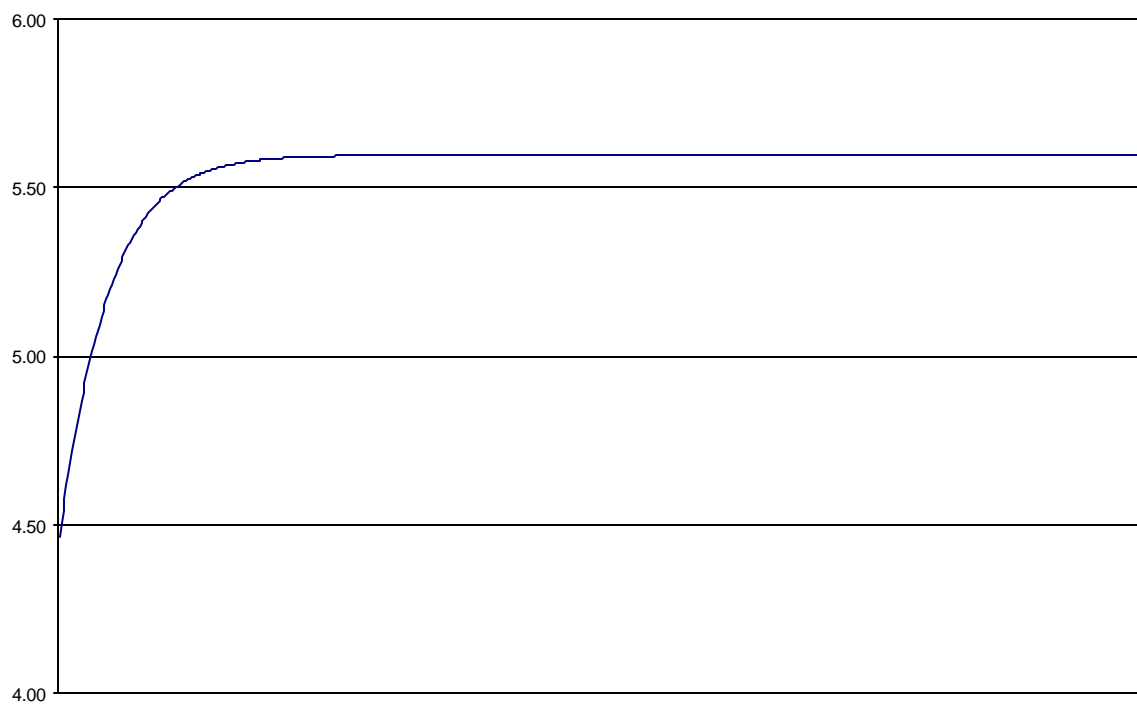
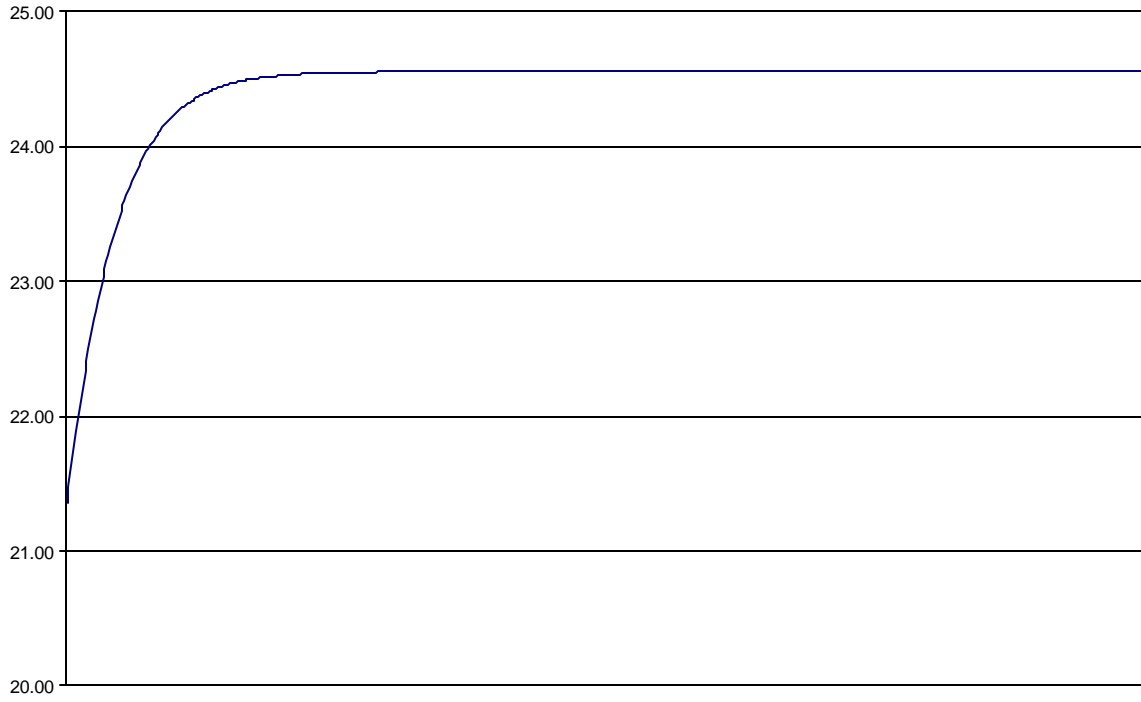


Figura 2: PIB - Taxa de Crescimento Anual (%)

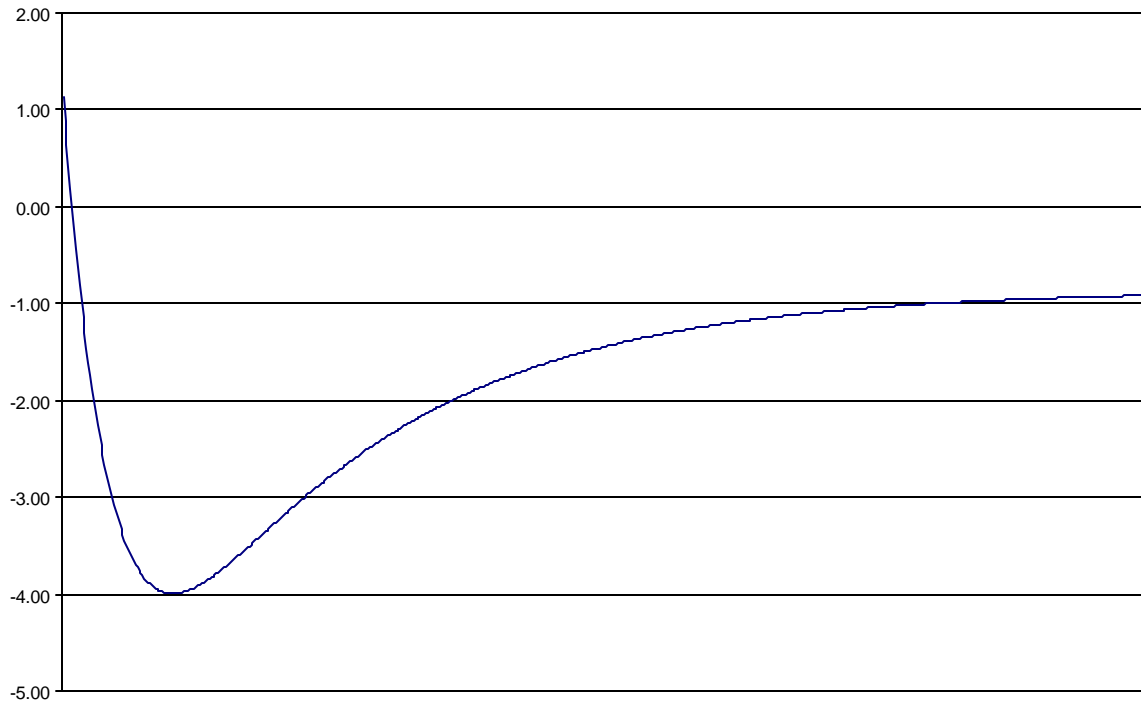




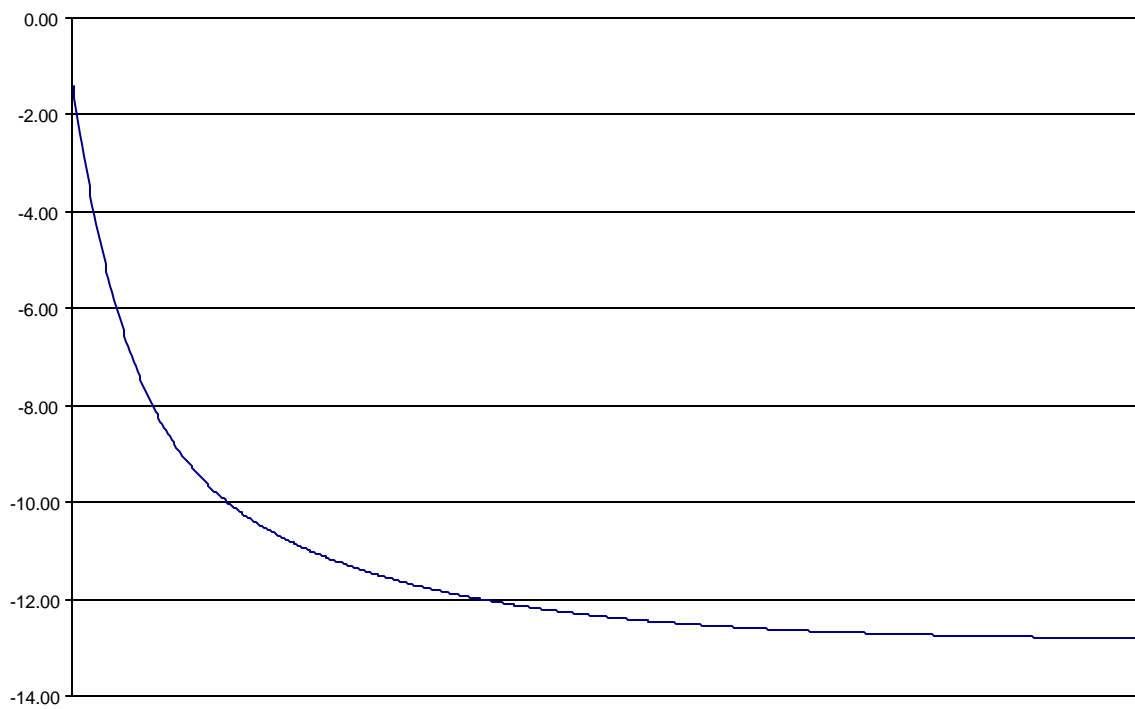
**Figura 3: Investimento (% PIB)**



**Figura 4: Exportações Líquidas (% PIB)**



**Figura 5: Transações Correntes (% PIB)**



**Figura 6: Ativo Externo Líquido / PIB**

