

# Inflação: o modelo da realimentação e o modelo da aceleração

Antonio Carlos Lemgruber \*

1. Os modelos; 2. Comparação das teorias; 3. Conciliação; 4. Ilustrações empíricas; 5. Conclusões.

À primeira vista, existem semelhanças entre o modelo da realimentação inflacionária apresentado por Mario Henrique Simonsen<sup>1</sup> e a teoria da aceleração da inflação, elaborada por Milton Friedman e Edmund Phelps, entre outros, em recentes debates sobre a chamada Curva de Phillips (daqui em diante, CP).<sup>2</sup> Num segundo exame, porém, verifi-

\* Ph D, Department of Economics, University of Virginia, 1974.

Economista do Instituto Brasileiro de Economia e Professor da Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas.

<sup>1</sup> Ver, por exemplo, as seguintes publicações de Simonsen: O modelo da realimentação inflacionária e as crises de estabilização. *Revista Brasileira de Economia*, v. 26, n. 4, out./dez. 1972; *Brasil 2002*. Rio, Apec-Bloch, 1972. Especialmente Apêndice 6; *Inflação, gradualismo versus tratamento de choque*. Rio, Apec, 1971; Política antiinflacionária — a contribuição brasileira. *Ensaio Econômico n. 6*, EPGE-FGV, reimpresso em *Ensaio sobre café e desenvolvimento econômico*, eds. Mauro Malta e Carlos Peláez, Rio, IBC, 1973.

<sup>2</sup> Devem ser mencionados os seguintes trabalhos: Friedman, M. The role of monetary policy. *American Economic Review*, v. 58, n. 1, Mar. 1968; Phelps, E. S. et alii. *Microeconomic foundations of employment and inflations theory*. New York, Norton, 1970; Friedman, M. & Schwartz, A. Trends in money, income and prices. *47th Annual Report*, National Bureau of Economic Research, 1967; Phelps, E. S. *Inflation policy and unemployment theory*. New York, Norton, 1972. Para uma análise da teoria e evidência relacionadas às controvérsias sobre a Curva de Phillips, incluindo estudos empíricos para 10 países, ver Lemgruber, A. C. *A study of the accelerationist theory of inflation*. Dissertação de doutorado, University of Virginia, 1974.

cam-se algumas diferenças importantes entre estes modelos, que produzem implicações divergentes — especialmente no que se refere aos conflitos ou *trade-offs* entre inflação e desemprego ou entre inflação e crescimento.

O objetivo deste trabalho é apresentar as relações entre estes modelos de inflação, indicando justamente suas semelhanças e diferenças. Acresce que a discussão das perspectivas de conciliação dos modelos parece conduzir a resultados que deverão ser de interesse para decisões de política econômica. A título de ilustração, também se pretende apresentar evidência empírica relacionada a estes modelos teóricos sobre inflação.

Na parte 1 serão resumidos o modelo da realimentação e da aceleração; na parte 2 comparam-se os dois modelos; na parte 3 discute-se a possível conciliação entre estes; a parte 4 apresenta alguns resultados empíricos, e as conclusões estão na parte 5.

Três pontos precisam ser ainda acentuados nesta introdução. A notação neste trabalho difere da utilizada por Simonsen. Na parte teórica serão consideradas taxas logarítmicas de variação, que apresentam características *simétricas* para mudanças positivas e negativas, ao invés de taxas percentuais.<sup>3</sup> A formulação matemática dos modelos será mantida bastante simples, com relações lineares ou log-lineares, para que se possa analisar melhor as questões substantivas relativas às teorias.

## 1. Os modelos

A teoria da realimentação, descrita por Simonsen em diversas publicações,<sup>4</sup> procura conjugar uma versão simplificada da teoria quantitativa da moeda com equações adicionais que permitem a divisão das variações do produto nominal em seus componentes de preços e produto real. As equações do modelo são apresentadas a seguir.

Inicialmente, temos a equação (1) da realimentação:

$$D \log P_t = a_0 + a_1 A_t + a_2 D \log P_{t-1} + a_3 G_t \quad (1)$$

onde  $D \log P_t = \log P_t - \log P_{t-1}$  representa a taxa de inflação no período  $t$ ,  $P$  é um índice geral de preços,  $a_1 A_t$  reflete a componente autônoma

<sup>3</sup> Note-se que a aproximação  $D \log X_t = \log X_t - \log X_{t-1} \cong (D X_t) \cdot X_{t-1} = (X_t - X_{t-1}) \cdot X_{t-1}$  é perfeitamente válida já que  $\log d \cong d - 1$  para valores pequenos de  $d$ . Ver também Allen, R. G. *Macroeconomic theory*. London, St. Martin Press, 1968.

<sup>4</sup> Ver nota de rodapé 1.

de ordem institucional ou acidental com  $a_1 > 0$ ; a “componente de realimentação” é expressa por:

$a_2 D \log P_{t-1}$  com  $1 \geq a_2 > 0$ ;  $a_3 G_t$  corresponde à “componente de regulação da demanda” com  $a_3 > 0$ .<sup>5</sup>

A equação seguinte relaciona a variável  $G_t$  com a taxa de crescimento do produto real,  $D \log y_t$

$$D \log y_t = D \log y_t^* + b_1 G_t \quad (2)$$

Nesta equação,  $D \log y_t^*$  indica a taxa “normal”, “natural” ou “potencial” de crescimento do produto real; por hipótese  $b_1 > 0$ . Quando  $G_t = 0$ ,  $D \log y_t = D \log y_t^*$ . Embora Simonsen tenha apresentado esta relação (2) em forma não-linear, a simplificação adotada, de linearização, será útil para a análise e não produz resultados inconsistentes com as descrições verbais de Simonsen.<sup>6</sup> Mais especificamente, a forma não-linear pretendia levar em conta limites físicos no crescimento do produto real e distorções hiperinflacionárias que fariam com que, a partir de certo ponto, um aumento em  $G$  provocasse queda em  $D \log y$ . É preciso lembrar, porém, que os limites físicos referem-se a  $D \log y^*$  e não a  $D \log y$  como foi revelado pela recente experiência brasileira. Acresce que os efeitos nocivos da hiperinflação podem ser introduzidos no modelo com a hipótese  $a_2 > 1$  na equação (1)

Finalmente, a terceira equação é derivada de  $MV = Py$  com  $V$  constante.

$$D \log M_t = D \log P_t + D \log y_t \quad (3)$$

<sup>5</sup> Simonsen menciona ainda a possibilidade da “componente de realimentação”  $a_2 D \log P_{t-1}$  ser substituída por um retardo distribuído de taxas passadas de inflação, mas este refinamento não será necessário para a análise que se segue. Com relação à componente autônoma, talvez a melhor maneira de se expressar as intenções do autor fosse a introdução de diversas variáveis *dummy* do tipo binário refletindo influências autônomas de vários tipos, mas, como este aspecto da equação não será enfatizado, a simplificação dada é preferível. Quanto à componente  $a_3 G_t$ , Simonsen assumiu implicitamente  $a_3 = 1$  na maioria das vezes em que descreveu o modelo (ver nota de rodapé 1). Uma exceção é o Apêndice 6 de *Brasil 2002*, onde o autor utiliza a diferença entre a taxa de crescimento da demanda real e a taxa “normal” para expressar o efeito da demanda. Mais adiante será mostrado que  $a_3 G_t$  e esta diferença são equivalentes para o modelo, em vista da equação (2) descrita a seguir. Quanto à hipótese  $1 \geq a_2 > 0$ , ela é certamente razoável, mas se deve registrar a possibilidade de  $a_2 > 1$  numa hiperinflação, como está indicado no parágrafo abaixo da equação (2).

<sup>6</sup> Tais descrições podem ser encontradas nas publicações indicadas na nota 1. Ver especialmente “Política antiinflacionária...” e “O modelo da realimentação...”.

onde  $M$  representa o estoque de moeda e  $V$  a velocidade-renda da moeda. Evidentemente, é possível sofisticar esta versão extrema da teoria quantitativa da moeda introduzindo, por exemplo, equações tais como:

$$\log Py / M = \log V_t = c_0 + c_1 \log y_t + c_2 i_t$$

(procura de moeda)

$$i_t = r + D \log P_t^a$$

(hipótese de Fischer)

onde  $i_t$  é a taxa nominal de juros,  $r$  a taxa real (constante por hipótese) e  $D \log P_t^a$  representa a inflação antecipada pelo público. Os sinais seriam  $c_0 > 0$ ,  $c_1 < 1$  e  $c_2 > 0$ . Neste caso, teríamos a versão mais "moderna" da teoria quantitativa:

$$D \log M_t = D \log P_t + (1 - c_1) D \log y_t - c_2 D(D \log P_t^a) \quad (3a)$$

onde  $D(D \log P_t^a) = D \log P_t^a - D \log P_{t-1}^a$ . Sabe-se que a presença da taxa de juros na procura da moeda e uma elasticidade-renda diferente da unidade não são inconsistentes com a teoria quantitativa.

O modelo de três equações tem as seguintes variáveis endógenas: a taxa de inflação  $D \log P_t$ , a componente da demanda  $G_t$  e a taxa de crescimento  $D \log y_t$ . As outras variáveis são exógenas, retardadas ou defasadas, ou constantes por hipótese.<sup>7</sup>

É interessante reunir as equações (1) e (2) e eliminar  $G_t$  da seguinte forma:

$$D \log P_t = a_0 + a_1 A_t + a_2 D \log P_{t-1} + a_4 (D \log y_t^* - D \log y_t) \quad (4)$$

onde  $a_4 = -a_3/b < 0$ . Este resultado será utilizado nas discussões que se seguem.

Vamos passar agora à teoria da aceleração e ao debate sobre a Curva de Phillips (CP).<sup>8</sup> A principal racionalização teórica da CP se baseia

<sup>7</sup> A respeito da variável  $D(D \log P_t^a)$ , que aparece em (3a), ver a equação (11) mais adiante.

<sup>8</sup> Ver nota de rodapé 2. Outros trabalhos importantes no debate são: Solow, R. Recent controversies on the theory of inflation. *Inflation: its causes, consequences and control*. S. Rousseas, ed. New York University Press, 1968; Gordon, R. The recent acceleration of inflation and its lessons for the future. *Brookings Papers in Economic Activity*, v. 1, 1970; Laidler, D. The Phillips Curve, expectations and incomes policy. *The current inflation*, H. Johnson & A. Nobay, ed. London, Macmillan, 1971.

na hipótese walrasiana sobre excesso de demanda, complementada pela introdução de ilusão monetária parcial ou total. Assim, a hipótese neo-clássica de que os salários reais variam de acordo com o excesso de demanda no mercado de trabalho conduz à CP:

$$D \log W_t = d_0 + d_1 D \log P_t^a + d_2 U_t \quad (5)$$

onde  $W_t$  é o salário nominal.  $(W/P^a)_t$  é o salário real antecipado, e  $U_t$  corresponde à taxa de desemprego. A variável  $U$  seria um indicador (no sentido inverso) de excesso de demanda. Originalmente, Phillips<sup>9</sup> pres-supôs que  $d_1 = 0$  e  $d_2 < 0$ , mas seus sucessores admitiram a influência das expectativas, com ilusão monetária parcial ou  $1 \geq d_1 > 0$ . A hipótese da aceleração defendida por Friedman e Phelps é de que  $d_1 = 1$ , rejeitando-se a ilusão monetária por parte de agentes econômicos racionais.

Também se derivou uma CP análoga<sup>10</sup> para o mercado de bens e serviços usando o mesmo tipo de análise:

$$D \log P_t = e_0 + e_1 D \log P_t^a + e_2 H_t \quad (6)$$

onde  $H_t$  seria um indicador global do excesso de demanda (também no sentido inverso). Os sinais previstos seriam  $1 \geq e_1 > 0$  e  $e_2 < 0$ . O hiato (*gap*) relativo entre produção normal ou potencial ( $y^*$ ) e real ( $y$ ) costuma ser utilizado como *proxy* para o indicador  $H_t$ .<sup>11</sup>

$$H_t = \log y_t^* - \log y_t = \log y_t^* - \log y_t \quad (7)$$

que leva à equação (8):

$$D \log P_t = e_0 + e_1 D \log P_t^a + e_2 (\log y_t^* - \log y_t) \quad (8)$$

<sup>9</sup> Conferir Phillips, A. W. The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, Nov. 1958. Ver também Lipsey, R. G. The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957: a further analysis. *Economica*, Feb. 1960.

<sup>10</sup> Cf. Andersen, L. & Carlson, K. A monetarist model for economic stabilization. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, Apr. 1970; Lemgruber, A. C. *A study of the accelerationist...*; McCallum, B. T. The relative impact of monetary and fiscal policy instruments: some structure-based estimates. *Journal of Econometrics*, 1974; Teigen, R. An aggregated quarterly model of the U. S. monetary sector, 1953-1964, *Targets and indicators of monetary policy*. K. Brunner, ed., San Francisco, California, Chandler, 1968.

<sup>11</sup> Ver nota de rodapé 10. Ver também Laidler, D. A simple model for money, prices and output. *Manchester School Review*, Nov. 1973; Parkin, M. The economic report of the president comment. *American Economic Review*, Sep. 1973; McCallum, B. T. Friedman's missing equation. *Manchester School Review*, Sep. 1973; e Lemgruber, A. C. A inflação brasileira e a controvérsia sobre a aceleração inflacionária. *Revista Brasileira de Economia*, out. dez. 1973.

Note-se que, como já foi observado, a aproximação  $\log y_t^* - \log y_t \cong (y_t^*/y_t) - 1$  é válida, podendo usar indistintamente hiatos logarítmicos ou percentuais.

Pode-se também observar que a equação (8) é derivável de (5), através das seguintes relações:

$$D \log P_t = D \log W_t - f_1 D \log Z_t^* \quad (9)$$

$$U_t = g_0 + g_1 H_t \quad (10)$$

onde  $f_1 > 0$  e  $g_1 > 0$ . A equação (9) corresponderia à relação entre preços, salários e produtividade proveniente da hipótese da maximização de lucros com funções simples de produção do tipo Cobb-Douglas ou C.E.S. Por exemplo, se  $y^* = A(K^*)^a(L^*)^b$ , obtém-se a relação entre salários reais e produtividade marginal,  $W/P = bZ^*$  onde  $Z^* = y^*/L^*$ , de que resulta a equação (9) com  $f_1 = 1$ . A taxa de aumento da produtividade,  $D \log Z_t^*$ , é por hipótese, constante. A equação (10) é a chamada Lei de Okun,<sup>12</sup> que relaciona os excessos de demanda nos diferentes mercados. Neste caso, (8) corresponderia à conjugação de (5), (9) e (10), com:

$$e_0 = d_0 - f_1 D \log Z_t^* + d_2 g_0, \quad e_1 = d_1, \quad e_2 = d_2 g_1$$

Este estudo concentra a atenção nas Curvas de Phillips (6) ou (8). Note-se a presença das variáveis endógenas:  $D \log P_t$ ,  $D \log P_t^a$  e  $H_t$ . Para completar o modelo, vamos então utilizar equações destinadas a facilitar a comparação com a teoria da realimentação.

Assim, o modelo de formação de expectativas adotado para  $D \log P_t^a$  é o mais simples possível:

$$D \log P_t^a = D \log P_{t-1} \quad (11)$$

A taxa de inflação antecipada para o período  $t$  é a verificada no período anterior. Isto pode ser entendido como simplificação de expectativas adaptativas, podendo ser reescrito como:

$$D (D \log P_t^a) = c (D \log P_{t-1} - D \log P_{t-1}^a), \quad c = 1$$

<sup>12</sup> Cf. Okun, A. Potential GNP: its measurement and significance. *Proceedings of the business and economic statistics section*. American Statistical Association, 1962.

Segue-se uma equação adicional, derivada da definição de  $H_t$

$$D H_t = D \log y_t^* - D \log y_t \quad (12)$$

onde  $D H_t = H_t - H_{t-1}$ .

Finalmente, pode-se incorporar ou a teoria quantitativa (3) simplificada, ou a mais refinada (3a) para complementar o modelo. Repetem-se as equações a seguir:

$$D \log M_t = D \log P_t + D \log y_t \quad (3)$$

$$D \log M_t = D \log P_t + (1 - c_1) D \log y_t - c_2 D (D \log P_t^a) \quad (3a)$$

A conjugação de (8) e (11) dá a CP:

$$D \log P_t = e_0 + e_1 D \log P_{t-1} + e_2 (\log y_t^* - \log y_t) \quad (13)$$

posteriormente comparada, com o modelo de Simonsen.

Assim, (8), (12) e (3) ou (3a) formam um sistema completo de equações para as variáveis  $D \log P_t$ ,  $D \log y_t$  e  $H_t$ . Importa notar que em (12) apenas  $H_t$  é endógeno já que  $D H_t = H_t - H_{t-1}$ , e  $H_{t-1}$  é uma variável defasada ou retardada.

A equação (8) ou (13) é chamada de equação de aceleração quando se impõe a hipótese adicional de que  $e_1 = 1$ , indicando que os agentes econômicos não sofrem de ilusão monetária. Neste caso, teríamos então:

$$D (D \log P_t) = e_0 + e_2 (\log y_t^* - \log y_t) \quad (14)$$

onde  $D (D \log P_t) = D \log P_t - D \log P_{t-1}$  é a aceleração da taxa de inflação. Esta hipótese, de Friedman e Phelps, sugere um conflito ou *trade-off* entre *aceleração da inflação* e hiato ao invés do conflito inflação-hiato (ou inflação-desemprego) que era encontrado nas CPs iniciais porque se admitia implícita ou explicitamente que  $e_1$  estava próximo de zero.<sup>13</sup>

Na próxima parte vamos analisar comparativamente o modelo da realimentação e o modelo derivado da CP, incluindo a hipótese da aceleração.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> O coeficiente correspondente no modelo de Simonsen é evidentemente  $a_2$ .

<sup>14</sup> Deve-se registrar que na parte 2 os nomes modelo CP e modelo aceleracionista passarão a ser utilizados indistintamente. Como se sabe, mais rigorosamente, o modelo aceleracionista corresponde ao modelo CP com  $e_1 = 1$ . Todavia, para facilitar a apresentação e ainda tendo em vista que a evidência empírica sugere que  $e_1$  não é em geral significativamente diferente de 1, especialmente para países de altas taxas de inflação, estes termos serão usados como sinônimos, representando um único modelo CP-aceleracionista.

## 2. Comparação das teorias

Consideremos novamente as equações (4) e (13):

$$D \log P_t = a_0 + a_1 A_t + a_2 D \log P_{t-1} + a_4 (D \log y_t^*) \quad (4)$$

$$a_1 > 0, \geq 1 \quad a_2 > 0, a_4 < 0$$

$$D \log P_t = e_0 + e_1 D \log P_{t-1} + e_2 (\log y_t^* - \log y_t) \quad (13)$$

$$1 \geq e_1 > 0, e_2 < 0$$

Evidentemente, o principal contraste que se observa entre os modelos corresponde ao uso de  $H_t = \log y_t^* - \log y_t$  em (13) contra  $D H_t = \log y_t^* - \log y_t$  em (4). Em outras palavras, Simonsen parece sugerir que é a *variação do hiato* que influi sobre a taxa de inflação — ou sua aceleração no caso  $a_2 = 1$ . Já a CP, por seu turno, implica que a variável relevante seria o *nível do hiato*, não sua variação.

A curto prazo, o modelo da realimentação prevê um conflito entre inflação e crescimento (já que  $D \log y_t^*$  é uma constante), ao passo que o modelo da aceleração indica um *trade-off* entre inflação e nível do produto real. É interessante notar, porém, que a longo prazo, no *steady-state*, onde, por definição,

$$D \log P_t = D \log P_{t-1} \text{ e } D \log y_t^* = D \log y_t,$$

teríamos

$$D \log P_t = \frac{1}{1 - a_2} (a_0 + a_1 A_t)$$

no primeiro caso, e

$$D \log P_t = \frac{1}{1 - e_1} (e_0 + e_2 H_t)$$

no segundo modelo. Vale dizer que o modelo da realimentação independe da hipótese  $a_2 = 1$  para fazer desaparecer o *trade-off* entre inflação e variáveis reais no longo prazo, enquanto a CP continua a indicar a permanência de conflito, a menos que  $e_1 = 1$ . Basicamente, esta diferença procede se puder ter diferentes valores para  $H_t = \log y_t^* - \log y_t$  no *steady-state* embora a própria definição de equilíbrio de longo prazo implique

$$D H_t = D \log y_t^* - D \log y_t = 0.$$

Será útil, neste ponto, apresentar um exemplo numérico para revelar as diferentes implicações das duas teorias. A tabela 1 apresenta a evo-

lução de uma economia hipotética por 15 períodos de tempo. Para facilitar a apresentação da tabela, tomamos duas hipóteses extremas nas equações:  $a_2 = e_1 = 0$  ou  $a_2 = e_1 = 1$ . A tabela apresenta os sinais previstos pelos modelos para as variações em  $D \log P_t$ ,  $D (D \log P_t)$ , e  $D (D (D \log P_t))$ , em vez de números exatos que dependeriam de estimativas específicas para  $a_4$  e  $e_2$ . Para a economia representada na tabela, a variável  $A_t$  — contribuição importante do modelo de realimentação — é por hipótese constante. Supõe-se ainda que a taxa de crescimento potencial é de  $7\%$  ao ano. O gráfico 1 acompanha a tabela 1, ilustrando as variações supostas para o hiato e a taxa de crescimento. No gráfico, a taxa de crescimento é dada pela inclinação da curva do produto real ( $\log y$ ) enquanto que o hiato corresponde à distância vertical entre a curva do produto “potencial” ou “normal” ( $\log y^*$ ) e a curva do produto real. Deve-se notar que, neste gráfico, pode-se calcular duas séries para o hiato, dependendo da curva do produto “potencial” utilizada — a tendência pelos picos ou a tendência “normal”. Estas séries, porém, têm variação exatamente igual, diferindo apenas na média. O hiato utilizado na tabela 1 corresponde à distância vertical relativa ao produto “normal”; pode, porém, ser facilmente transformado em hiato relativo ao produto potencial pelos picos, adicionando-se  $12\%$  a todos os valores da série.

Vamos considerar o caso  $a_2 = e_1 = 1$  e tomar inicialmente os períodos em que a taxa de crescimento é a normal, ou seja,  $7\%$ . Como se pode ver na tabela, no modelo da realimentação, há sempre neste caso uma previsão de inflação constante (ou aceleração zero) não havendo diferença entre  $T_1$ ,  $T_6$  e  $T_{11}$ , por exemplo. Já na CP, como a mesma taxa de  $7\%$  pode ser acompanhada de situações inteiramente diversas quanto aos hiatos, as previsões variam. Assim, no período  $T_6$ , em contraste com  $T_1$ , haverá aceleração da inflação devido ao excesso de demanda representado pelo grande hiato negativo. Já no período  $T_{11}$ , ocorre exatamente o oposto, ou seja, desaceleração da inflação devido ao hiato positivo.

De uma maneira geral, a não ser nos períodos de transição, as implicações dos dois modelos são bastante divergentes. Acresce que ainda nos casos em que os sinais são os mesmos para  $D (D \log P_t)$  — aceleração — dever-se-ia mostrar as diferenças com relação a  $D (D (D \log P_t))$  — variação desta aceleração. Em outras palavras, se tomarmos, por exemplo,  $T_3$ ,  $T_4$  e  $T_5$  com taxas de crescimento iguais de  $11\%$ , a teoria da realimentação vai sugerir aceleração constante, contra uma aceleração crescente para a inflação do modelo CP, já que a economia está batendo

Tabela 1  
Economia hipotética

Período	Hiato $H_t$ %	Crescimento $D \log y_t$ %	$a_2 = e_1 = 1$			
			$D (D \log P_t)$		$D (D (D \log P_t))$	
			R	CP	R	CP
$T_1$	0	7	0	0	0	0
$T_2$	0	7	0	0	0	0
$T_3$	-4	11	+	+	+	+
$T_4$	-8	11	+	+	0	+
$T_5$	-12	11	+	+	0	+
$T_6$	-12	7	0	+	-	0
$T_7$	-12	7	0	+	0	0
$T_8$	-6	1	-	+	-	-
$T_9$	0	1	-	0	0	-
$T_{10}$	+6	1	-	-	0	-
$T_{11}$	+6	7	0	-	+	0
$T_{12}$	+6	7	0	-	0	0
$T_{13}$	+2	11	+	-	+	+
$T_{14}$	0	9	+	0	0	+
$T_{15}$	0	7	0	0	-	0

Período	Hiato $H_t$ %	Crescimento $D \log y_t$ %	$a_2 = e_1 = 0$			
			$D \log P_t$		$D (D \log P_t)$	
			R	CP	R	CP
$T_1$	0	7	0	0	0	0
$T_2$	0	7	0	0	0	0
$T_3$	-4	11	+	+	+	+
$T_4$	-8	11	+	+	0	+
$T_5$	-12	11	+	+	0	+
$T_6$	-12	7	0	+	-	0
$T_7$	-12	7	0	+	0	0
$T_8$	-6	1	-	+	-	-
$T_9$	0	1	-	0	0	-
$T_{10}$	+6	1	-	-	0	-
$T_{11}$	+6	7	0	-	+	0
$T_{12}$	+6	7	0	-	0	0
$T_{13}$	+2	11	+	-	+	+
$T_{14}$	0	9	+	0	0	+
$T_{15}$	0	7	0	0	-	0

Nota: R = realimentação; CP = Curva de Philips — aceleracionista;  $D \log P_t$  = taxa de inflação;  $D (D \log P_t)$  = aceleração da inflação,  $D (D (D \log P_t))$  variação na aceleração. No gráfico correspondente, o logaritmo do produto real em  $T_0$  é igual a 100.

no seu “teto”. Ainda com relação a taxas de 11%, note-se que no período  $T_{13}$  o modelo R prevê aceleração, mas a CP indica desaceleração, graças à capacidade ociosa criada entre  $T_{10}$  e  $T_{12}$ .

Outro resultado interessante desta tabela 1 refere-se à igualdade com relação aos sinais entre a primeira e quarta colunas, tanto para o caso  $a_2 = e_1 = 1$  quanto para  $a_2 = e_1 = 0$ . Estas igualdades levam a uma observação curiosa: as previsões para  $D (D \log P_t)$  – aceleração – do modelo da realimentação no caso  $a_2 = 1$  são exatamente as mesmas que a do modelo da aceleração no caso de  $e_1 = 0$ . Este resultado pode ser facilmente confirmado pela manipulação das equações (4) e (13).

Qual é o significado disto? Quando  $e_1 = 0$ , retornamos à curva original de Phillips, sem expectativas:

$$D \log P_t = e_0 + e_2 (\log y_t^* - \log y_t) \quad (15)$$

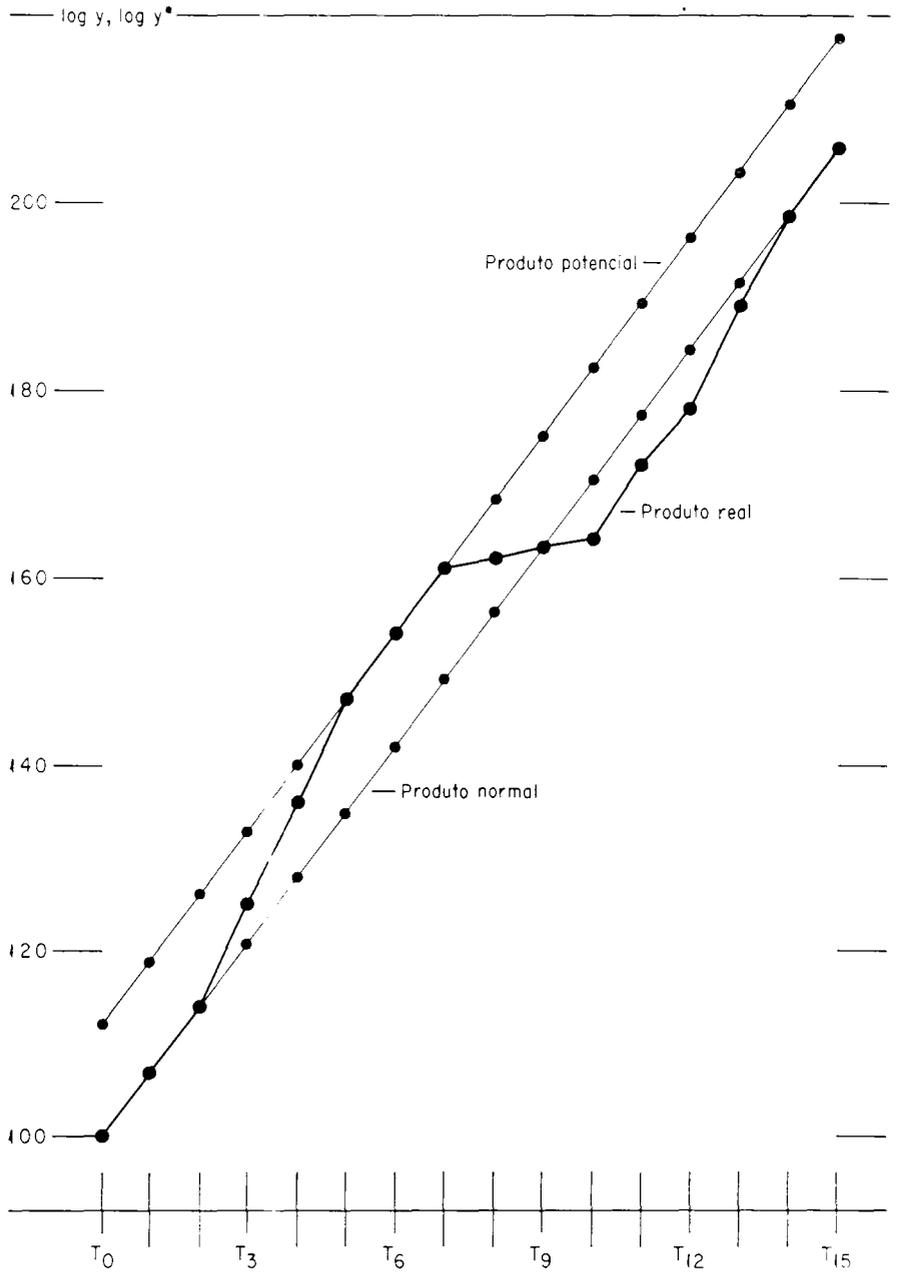
Conseqüentemente, podemos dizer que o modelo da realimentação com  $a_2 = 1$  corresponde, paradoxalmente, a uma Curva de Phillips onde não se introduz o efeito de expectativas. De fato, a equação (4) com  $a_2 = 1$  pode ser reescrita na forma (15) se não se considerar a variável  $A_t$ . Parece, pois, que a idéia central da equação (4), destinada a levar em conta o efeito realimentador das expectativas, está parcialmente prejudicada pela maneira como se especificou a componente de regulação da demanda, ou seja, por se ter usado a taxa de variação ao invés de nível da demanda.

As mesmas observações podem ser visualizadas no gráfico 1. Para o modelo  $R$ , não há diferença entre  $T_1$ ,  $T_8$  e  $T_{11}$ , em contraste com a CP. Por outro lado, apesar das diferentes taxas de crescimento, o modelo da aceleração sugere inflação constante (ou nenhuma aceleração) nos períodos  $T_2$ ,  $T_9$  e  $T_{14}$ , por exemplo. Enquanto que para o modelo da aceleração a variável relevante no gráfico é dada pela distância vertical entre as curvas do produto potencial (ou normal) e produto real, o da realimentação salienta as inclinações da curva do produto real ou, em outros termos, as variações nas distâncias verticais entre as curvas.

De um modo geral, os sinais da tabela mostram que o modelo da realimentação conduz a conclusões otimistas com relação à possibilidade de se modificar rapidamente uma tendência de aceleração na taxa de inflação, mas é pessimista quanto à manutenção de uma tendência de desaceleração. O modelo acelerador da CP implica conclusões diametralmente opostas. Basicamente, deve-se esta diferença à ênfase na relação inflação-hiato (ou aceleração-crescimento) no modelo  $R$  contra aceleração-hiato no da aceleração.

Evidentemente, as previsões divergentes dos modelos só podem ser testadas com estudos empíricos. Na parte 4 apresentamos alguns resultados ilustrativos interessantes.

Gráfico 1  
Economia hipotética



A tabela 2 apresenta dados da economia brasileira sobre o hiato, produto real e produto potencial, que são acompanhados pelo gráfico 2. O deflator implícito, a taxa de inflação e aceleração da taxa para as últimas décadas, aparecem na tabela 3. O gráfico 3 apresenta as flutuações da taxa de inflação.

Tabela 2  
Produto real — 1949/1973

Ano	(A) Produto real <sup>1</sup>	(B) Produto potencial <sup>2</sup>	(C) Crescimento <sup>3</sup> %	(D) Hiato <sup>3</sup>	(E) Variação do hiato
1949	229,9	231,6	6,6	0,7	-0,4
1950	244,8	247,8	6,5	1,2	0,5
1951	259,3	265,1	6,0	2,2	1,0
1952	281,9	283,7	9,7	0,6	-1,6
1953	289,0	303,6	2,5	5,0	4,4
1954	318,2	324,5	10,1	2,1	-2,9
1955	340,0	347,6	6,9	2,2	0,1
1956	365,8	371,9	3,2	6,0	3,8
1957	379,1	397,9	8,1	5,0	-1,0
1958	408,3	425,8	7,7	4,3	-0,7
1959	431,1	455,6	5,6	5,7	1,4
1960	472,9	487,5	9,7	3,1	-2,6
1961	521,6	521,6	10,3	0,0	-3,1
1962	549,0	558,1	5,3	1,7	1,7
1963	557,5	597,2	1,5	7,1	5,4
1964	573,8	638,9	2,9	11,4	4,3
1965	589,5	683,7	2,7	16,0	4,6
1966	619,6	731,6	5,1	18,1	2,1
1967	643,2	782,8	4,8	20,6	2,5
1968	709,7	837,6	9,3	18,0	-2,6
1969	773,6	896,2	9,0	15,8	-2,2
1970	847,2	958,9	9,5	13,2	-2,6
1971	942,8	1 026,0	11,3	8,8	-4,4
1972	1 040,8	1 097,8	10,4	5,5	-3,3
1973	1 159,5	1 174,7	11,4	1,3	-4,2

<sup>1</sup> Fonte: *Conjuntura Econômica*, FGV. O produto real corresponde ao valor total do PIB a preços constantes de 1949 em milhões de cruzeiros. Os dados para a década de 70 ainda são preliminares.

<sup>2</sup> A série de produto potencial é construída assumindo  $B=A$  em 1961 e uma taxa constante de crescimento de 7% ao ano.

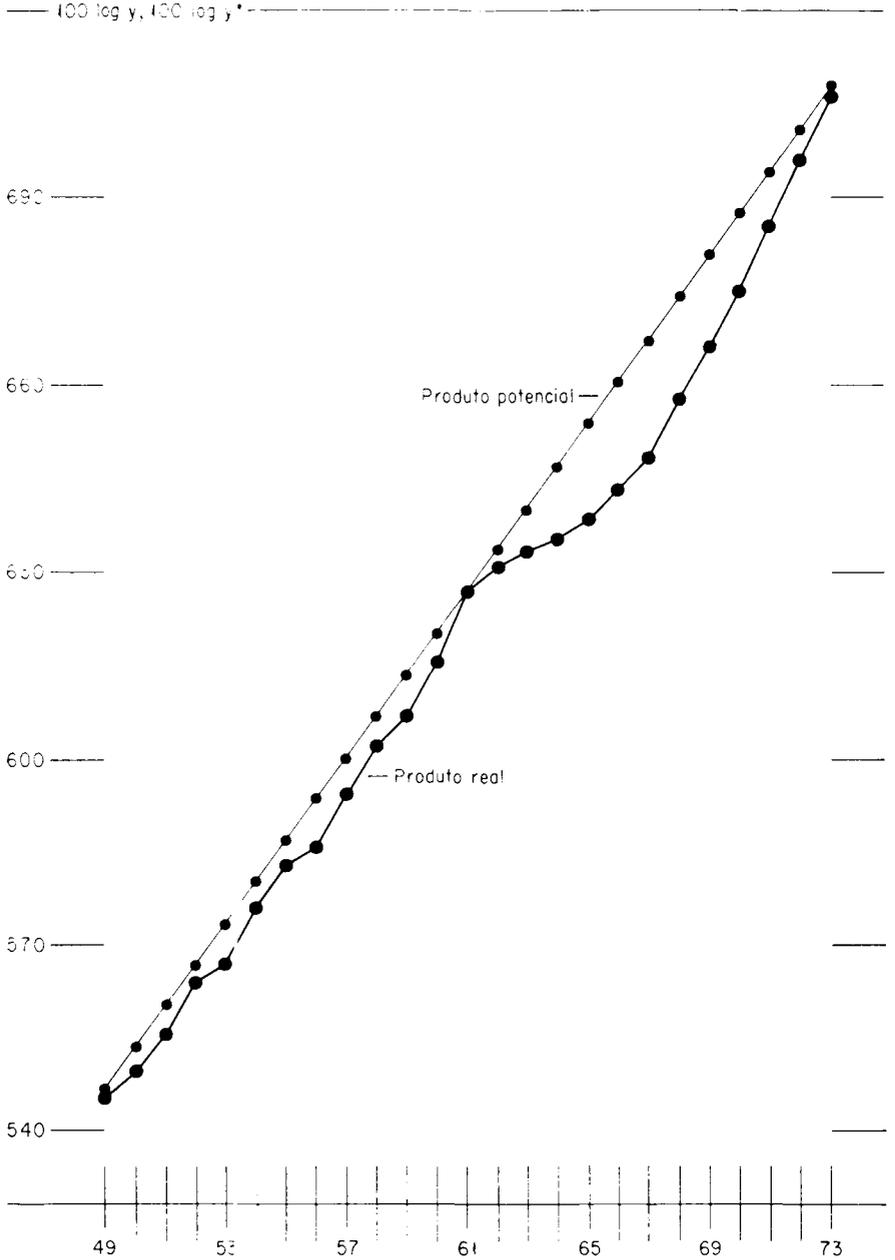
<sup>3</sup> Note-se que na análise teórica foram utilizadas variações logarítmicas, enquanto na tabela as variações são percentuais para apresentar consistência com os dados geralmente publicados em outros trabalhos. Deve-se observar também que o hiato na tabela corresponde ao produto potencial (tendência pelos picos). Para melhor comparação com o exemplo numérico, deve-se considerar a coluna  $D$  menos a sua média (7,0). Neste caso, um hiato de 7,0 na tabela corresponde a 0 no exemplo numérico hipotético. Ver também os gráficos 1 e 2. Note que  $E \cong 7,0 - C$  (boa aproximação):

$$C = (A(t) - A(t-1)) / A(t-1) \times 100$$

$$D = (B(t) - A(t)) / A(t) \times 100$$

$$E = D(t) - D(t-1)$$

Gráfico 2  
Brasil, produtos real e potencial



**Tabela 3**  
**Preços — 1949/1973**

	(K) Deflator implícito do PIB <sup>1</sup>	(L) Taxa de inflação <sup>2</sup> %	(M) Aceleração da inflação %	(N) Variação na aceleração %
1949	100,0	10,7	0,8	
1950	111,2	11,2	0,5	— 0,3
1951	124,5	12,0	0,8	0,3
1952	140,9	13,2	1,2	0,4
1953	162,5	15,3	2,1	0,9
1954	197,2	21,4	6,1	4,0
1955	230,4	16,8	— 4,5	—10,7
1956	283,9	23,2	6,4	11,0
1957	321,3	13,2	—10,0	—16,4
1958	357,0	11,1	— 2,1	7,9
1959	461,4	29,2	18,1	20,2
1960	582,7	26,3	— 2,9	15,2
1961	776,9	33,3	7,0	9,9
1962	1 202,4	54,8	21,5	14,5
1963	2 139,7	78,0	23,2	1,7
1964	4 018,0	87,8	9,8	—13,4
1965	6 245,6	55,4	—32,4	—42,2
1966	8 670,8	38,8	—16,6	15,8
1967	11 011,0	27,1	—11,7	4,9
1968	14 074,0	27,8	0,7	12,4
1969	17 207,0	22,3	— 5,5	— 6,2
1970	20 612,0	19,8	— 2,5	3,0
1971	24 819,0	20,4	0,6	3,1
1972	29 047,0	17,0	— 3,4	— 4,0
1973	33 549,0	15,5	— 1,5	1,9

<sup>1</sup> Fonte: *Conjuntura Econômica*, FGV. Os dados são preliminares para 1972 e 1973.

<sup>2</sup> Ver nota na tabela 1.

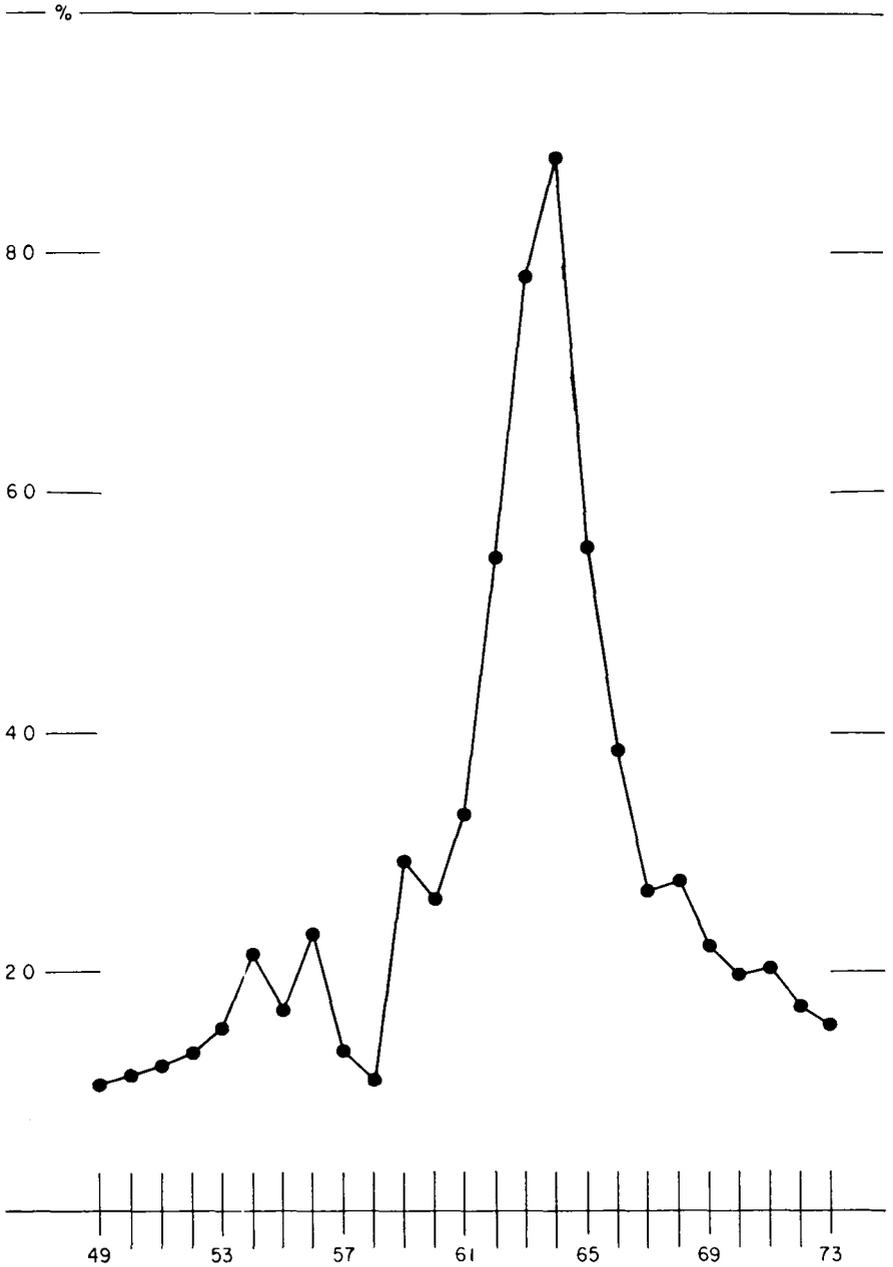
$$L = ( K(t) - K(t-1) ) / K(t-1) \times 100$$

$$M = L(t) - L(t-1)$$

$$N = M(t) - M(t-1)$$

A parte 4 discute alguns exercícios econométricos relacionados a estas variáveis. Antes, porém, iremos considerar as perspectivas de conciliação entre os dois modelos. Esta conciliação, embora não tenha ainda sido submetida a testes empíricos, pode fornecer informações úteis para decisões de política econômica nesta área.

Gráfico 3  
Brasil, taxa de inflação



### 3. Conciliação

As comparações apresentadas na parte anterior mostraram algumas diferenças importantes entre os dois modelos. Vamos agora discutir a possibilidade de elaboração de um modelo simples de inflação que poderia ser considerado por conciliação entre o modelo da realimentação e o da aceleração derivado da CP.

As equações apresentadas a seguir, cujos símbolos já foram definidos nas seções anteriores, representam um modelo simples e completo de inflação.

$$D \log P_t = h_0 + h_1 A_t + h_2 D \log P_t^a + h_3 H_t + h_4 D H_t \quad (16)$$

$$h_0 > 0 \quad h_1 > 0 \quad 1 \geq h_2 > 0 \quad h_3 < 0 \quad h_4 < 0$$

$$D \log M_t = i_0 + D \log P_t + i_1 D \log y_t + i_2 D (D \log P_t^a) \quad (17)$$

$$i_0 > 0 \quad i_1 > 0 \quad i_2 < 0$$

$$H_t = \log y_t^* - \log y_t \quad (18)$$

$$D \log y_t = D \log y_t^* - D H_t \quad (19)$$

$$D H_t = H_t - H_{t-1} \quad (20)$$

As variáveis endógenas são  $D \log P_t$ ,  $D \log y_t$ ,  $H_t$ ,  $D H_t$  e  $\log y_t$ . As três equações (18), (19) e (20) são de definição, podendo ser utilizadas para eliminar três variáveis, do que resulta um pequeno modelo "compacto" de duas equações.

O modelo conjuga a variável das expectativas inflacionárias ou da realimentação com as componentes da demanda  $H_t$  e  $D H_t$ , sugeridos, respectivamente, pelos modelos de Simonsen e pela CP. Também se introduz a componente autônoma de Simonsen. A equação (17) corresponde a uma expressão da teoria quantitativa moderna na forma de demanda nominal de moeda, realçando a relação de Fisher para a taxa nominal de juros e a hipótese de que a velocidade é uma *função de algumas variáveis*, ao invés de uma simples constante.

Os principais problemas a considerar na aplicação empírica deste modelo seriam a formulação das expectativas, o conceito a ser usado para o produto potencial ou normal, e a questão da exogeneidade da oferta monetária. Não é objetivo deste trabalho discutir estes problemas pormenorizadamente. Deve-se apenas frisar que, em contraste com o

modelo simples de expectativas, implícito na equação (11), poderiam ser introduzidas outras formações envolvendo expectativas adaptativas, extrapolativas ou racionais.<sup>15</sup> Quanto ao produto potencial, pode-se supor uma taxa de crescimento constante, ou  $\log y^* = j_0 + j_1 t$  onde  $t$  é uma série de tendência. Nada impede, porém, que se introduza uma função-degrau para esta taxa, destinada a considerar modificações no progresso técnico, ou até mesmo uma função de produção relativamente refinada.

A questão da exogeneidade da oferta monetária é também importante, especialmente quando se trata de uma economia aberta. A recente experiência brasileira revelou as dificuldades de se controlar a oferta monetária com vistas a neutralizar os efeitos das variações das reservas internacionais do País.<sup>16</sup> Uma variável provavelmente mais exógena do que a oferta monetária é a chamada base monetária. Pode-se então apresentar uma equação adicional que reflita o comportamento da oferta monetária, derivada de  $M = B$  onde  $M$  é o multiplicador monetário (influenciado por variáveis como a taxa de juros e o produto real) e  $B$  é a base monetária exógena: neste caso,  $M$  ou  $D \log M$  passaria a ser uma variável endógena.

É fácil derivar a *forma reduzida* para inflação no modelo apresentado. Assim, teríamos:

$$D \log P_t = f (A_t, D \log P_t^a, D \log M_t, D (D \log P_t^a), \log y_t^*, D \log y_t^*, H_{t-1}) \quad (21)$$

com os seguintes sinais:

$$F_1 = + \quad F_2 = + \quad F_3 = + \quad F_4 = + \\ F_5 = - \quad F_6 = - \quad F_7 = -$$

<sup>15</sup> A questão das expectativas é discutida detalhadamente em Rutledge, J. *A monetarist model of inflationary expectations*. Lexington, Mass., Heath-Lexington, 1974. Ver também McCallum, B. T. & Lemgruber, A. C. A comment on the Lucas-Sargent version of the natural rate hypothesis; Lemgruber, A. C. *A study of the accelerationist...*; e McCallum, B. T. On the rationality of adaptive expectations. *Metroeconomica*, Sep./Dec. 1972.

<sup>16</sup> Ainda com relação a efeitos externos, expectativas em relação à inflação mundial podem facilmente ser introduzidas na equação (16). Estas expectativas representariam o mecanismo de transmissão pelo qual o país importa inflação através de variações nos preços dos produtos que são transacionados no mercado internacional. Note-se ainda que tanto esse efeito "expectacional" quanto o efeito monetário do setor externo numa economia aberta serão menos importantes quanto mais flexível for a taxa de câmbio. Uma revalorização na taxa é sempre capaz de compensar a inflação importada e fazer com que a oferta de moeda seja controlável.

A forma reduzida revela, portanto, que os principais determinantes da taxa de inflação na economia são: fatores autônomos, expectativas, variações na oferta monetária, produto potencial e níveis passados do hiato. Note-se ainda que estas mesmas variáveis exógenas e defasadas são também, no modelo, determinantes de  $D \log y_t$ ,  $H_t$ ,  $D H_t$  e  $\log y_t$ . Por exemplo, no caso de  $D \log y_t$  — taxa de crescimento do produto real — este modelo explicaria o salto nas taxas de crescimento no Brasil entre 1968 e 1973 como efeito da recuperação, ou seja: os hiatos passados encontravam-se em níveis tão acentuados (1965-1967) que propiciaram a reativação da atividade econômica.<sup>17</sup>

É interessante registrar ainda que a solução de *steady-state* para as formas reduzidas, com  $D \log P_t = D \log P_t^a$ ,  $D \log y_t = D \log y_t^*$ ,  $D H_t = 0$ , produz uma teoria quantitativa de longo prazo para a taxa de inflação quando  $h_2 = 1$ :

$$D \log P_t = D \log M_t - i_1 D \log y_t^* \quad (22)$$

onde  $i_1$  reflete a elasticidade-renda da demanda de moeda.

Este trabalho não fará nenhuma verificação formal do modelo conciliatório, embora leve em consideração algumas ilustrações empíricas na parte 4. Vale assinalar que o modelo, na forma apresentada, assemelha-se ao que está implícito nos trabalhos mais recentes de Friedman<sup>18</sup> e no modelo monetarista do *Federal Reserve Bank of St. Louis*,<sup>19</sup> que vem sendo debatido nos Estados Unidos e merece ser testado no Brasil. Todos eles apresentam uma característica importante para decisões de política econômica — a simplicidade.

#### 4. Ilustrações empíricas

A tabela 4 revela os resultados de algumas regressões com mínimos quadrados comuns (OLS) para o Brasil (1953-1973, 21 observações) efetuadas com o objetivo de ilustrar empiricamente os modelos da realimentação e o da aceleração.

<sup>17</sup> Ver também Lemgruber, A. C. Panorama econômico. *O Globo*, 10 abr. 1974, p. 18.

<sup>18</sup> Ver Friedman, M. *A theoretical framework for monetary analysis*. New York, National Bureau of Economic Research, 1971 (Occasional Paper, n. 112).

<sup>19</sup> Cf. Andersen, L. & Carlson, K. A monetarist model...

Tabela 4

## Modelos de inflação: regressões

Variável dependente:  $L_t$ , período 1953-1973, dados anuais, OLS

Regressões	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	8,9930	11,7629	9,6231	4,6245	12,3729	11,1375
$L_{t-1}$	0,9512*	0,8757*	0,6923*	0,8569*	0,8322*	0,8945*
	(6,73)	(7,34)	(4,46)	(5,09)	(5,13)	(5,91)
$D_t$	-0,9055				-0,8712	
	(1,94)				(1,91)	
$D_{t-1}$		-0,9615*				-0,9524
		(2,46)				(2,35)
$E_t$			1,4088		1,3113	
			(1,40)		(1,39)	
$E_{t-1}$				-0,4731		-0,2171
				(0,42)		(0,21)
$R^2$	0,7267	0,7525	0,7018	0,6726	0,7546	0,7531
$\bar{R}^2$	0,7123	0,7395	0,6861	0,6554	0,7273	0,7257
$EP$	11,55	10,99	12,06	12,63	11,26	11,29
$DW$	1,658	1,580	1,191	1,310	1,526	1,648
$h$	1,030	1,150	2,636	2,485	1,623	1,120

Símbolos:

 $L_t$  = Taxa de inflação no período  $t$  (tabela 3) (%). $D_t$  = Hiato no período  $t$  (tabela 2) (%). $E_t$  = Variação do hiato no período  $t$  (tabela 2) (%). $R^2$  =  $R$  quadrado. $\bar{R}^2$  =  $R$  quadrado ajustado pelos graus de liberdade. $EP$  = Erro-padrão da regressão. $DW$  = Estatística de Durbin-Watson para correlação dos resíduos. $h$  = Estatística  $h$  de Durbin (ver nota de rodapé 20).

Nota: Os números entre parênteses são  $t$ -scores. Os dados usados nas regressões são provenientes das tabelas 2 e 3. Ver também gráficos 2 e 3. O número de observações para cada regressão é 21. Resumo de estatísticas:  $L_t$  (média 31,16, desvio padrão 20,44);  $D_t$  (média 8,14, desvio padrão 6,22);  $E_t$  (média 0,029, desvio-padrão 3,16). O sinal \* indica que o coeficiente é significativamente diferente de zero (nível de significância: 0,05).

As regressões (3) e (4) correspondem ao modelo da realimentação, as (1) e (2) se referem à CP e, finalmente, as (5) e (6) investigam as perspectivas de conciliação.

Os modelos testados envolvem evidentemente simplificações, sendo bastante fácil imaginar especificações alternativas para as variáveis, especialmente para as expectativas inflacionárias. Contudo, é bom enfatizar que, apesar da simplicidade, os modelos explicam bem a taxa de inflação, com  $R^2$  atingindo mais de 0,75 em alguns casos.

É verdade que as equações a seguir são de fato componentes estruturais — ou semi-estruturais — de um sistema de equações simultâneas. Sua estimação consistente, portanto, sugeriria mínimos quadrados de dois ou três estágios (2SLS ou 3SLS) na medida em que  $H_t$  e  $D H_t$  sejam endógenos, utilizando-se variáveis exógenas como  $M$  ou  $B$  instrumentos no primeiro estágio. O uso de OLS, contudo, pode ser considerado satisfatório para o fim que estimamos, ou seja, aplicação econométrica simples para ilustrar os modelos.

Outro problema econométrico refere-se à presença de variável dependente em forma defasada no lado direito da regressão. Neste caso, a estatística de Durbin-Watson para correlação serial é menos satisfatória. Por isso, reportamos também à nova estatística  $h$ , de Durbin, destinada a testar autocorrelação na presença de variáveis dependentes defasadas.<sup>20</sup> Se  $h$  é maior do que 1,64 rejeita-se a hipótese de nenhuma autocorrelação com nível de significância a 5%.

Os resultados são favoráveis à Curva de Phillips, como indicam as equações (1) e (2). Nestas equações, os sinais estão corretos, ou seja, são os previstos pela teoria, o  $R^2$  ajustado é satisfatório, a hipótese de autocorrelação é rejeitada e os  $t$ -scores também são satisfatórios. A equação (2), onde o hiato é introduzido com um retardo de um ano, é superior à equação (1), como revelam os maiores  $t$ -scores e  $R^2$  ajustado. Note-se que a hipótese da aceleração de que o coeficiente de  $L_{t-1}$  (inflação passada) é igual a 1, não pode ser rejeitada.

Já o modelo da realimentação tem desempenho menos satisfatório. Note-se que o sinal previsto para  $E$  (variação do hiato) é negativo. Este sinal não se verifica na equação (3); no caso de (4), com retardo de

<sup>20</sup> A estatística “ $h$ ” de Durbin para testar autocorrelação com variáveis dependentes retardadas no sistema é calculada da seguinte maneira:

$h^2 = \frac{2p}{n} \cdot \left( \frac{n}{1 - n \cdot V} \right)$  onde  $2p = 2 - DW$ ,  $DW$  é a tradicional estatística de Durbin-Watson,  $n$  é o número de observações (21 em nosso caso), e  $V$  é a estimativa da variância do coeficiente correspondente à variável dependente defasada ( $D \log P_{t-1}$  ou  $L_{t-1}$ ) no nosso caso. Vale dizer que  $h$  não pode ser calculado sempre que  $n \cdot V$  é maior ou igual a 1, já que a raiz quadrada para calcular  $h$  não pode ser obtida. Basicamente, esta estatística corrige a  $DW$  usando a variância  $V$ . Note-se ainda que  $V = C^2/T^2$  onde  $C$  e  $T$  são, respectivamente, o coeficiente e o  $t$ -score referentes à variável dependente defasada ou retardada.

um ano, está correto mas o coeficiente negativo não é significativamente diferente de zero. Há ainda indicação de autocorrelação nas duas equações (3) e (4). Além disso, o erro-padrão destas regressões é maior do que em (1) e (2), ou seja, o  $R^2$  ajustado é menor.

As equações (5) e (6) dão apenas uma indicação da hipótese de conciliação dos modelos, embora os resultados sejam menos favoráveis do que os modelos mais simples (1) e (2). As variáveis introduzidas pelo modelo da realimentação não oferecem contribuição significativa para explicar a taxa de inflação. No caso de (5), há ligeira redução no erro-padrão em comparação com (1) mas o sinal de  $E$  está incorreto. Note-se que a hipótese da aceleração continua a ser válida em (5) e (6).

Cumprir dar uma interpretação ao termo constante das equações. Não se deve meramente atribuí-lo a fatores autônomos e institucionais. É interessante apresentar a equação (2) — a mais satisfatória — com os valores médios das variáveis:

$$31,16 \cong 11,7629 + 0,8757 \times 31,16 - 0,9615 \times 8,14$$

Evidentemente, se a variável hiato fosse transformada, para ter média zero, a nova constante seria  $11,7629 - 0,9615 \times 8,14 = 3,936$ . É este último valor o que se deve atribuir a fatores autônomos e institucionais.

## 5. Conclusões

Procuramos apresentar as relações entre o modelo da realimentação e o da aceleração, indicando-lhes as semelhanças e diferenças: Os modelos foram discutidos e comparados nas partes 1 e 2; a hipótese de conciliação foi levantada na parte 3. Os resultados empíricos apresentados na parte 4 parecem favorecer à CP, com aceitação da hipótese da aceleração extrema sobre o coeficiente unitário para as expectativas inflacionárias. O modelo da realimentação tem desempenho mais desfavorável, que indica que a sua componente de demanda requer uma reespecificação. O nível de excesso de demanda parece ser mais relevante para a política antiinflacionária do que sua taxa de variação.