

Ciclos Reais de Negócios (RBC)

Felipe Iachan

EPGE

Macroeconomia II, MD,
5 de agosto de 2025

Real Business Cycles

Agenda de pesquisa:

- Documentar os principais fatos estilizados das flutuações macroeconômicas.
- Racionalizar estes fatos:
 - de onde vêm flutuações?
 - quais causas e mecanismos?
 - o que fazer a respeito?

Real Business Cycles

Lições:

- Alguns fatos estilizados foram surpreendentes à primeira vista.
- Busca por teoria que os racionalizasse.
 - E gerasse novas previsões. Idealmente, testáveis.
- Modelo neoclássico de crescimento com **resíduo de Solow interpretado como choque** funciona surpreendentemente bem.
 - Aderência razoável aos fatos estilizados.
 - **Apenas variáveis reais.**
 - Microfundamentado – otimização, racionalidade em expectativas, equilíbrio.

Real Business Cycles

Saldo:

- Sucesso metodológico: mesmo alternativas (modelos com fricções variadas) são descendentes da modelagem de RBC.
- Polêmicas: comportamento de horas e do mercado de trabalho, falta de choques monetários, o que é regresso tecnológico?

Fatos estilizados sobre business cycles

Proposta similar aos fatos de Kaldor que basearam a teoria do crescimento.
Desenvolvimento mais tardio e polêmico metodologicamente: separação de ciclo e tendência, por exemplo.

A cycle consists of expansions occurring at about the same time in many economic activities, followed by similarly general recessions, contractions, and revivals which merge into the expansion phase of the next cycle; this sequence of changes is recurrent but not periodic; in duration business cycles vary from more than one year to ten or twelve years; they are not divisible into shorter cycles of similar character with amplitudes approximating their own.

Burns and Mitchell, 1946, p. 3.

Fatos Estilizados de Burns e Mitchell (1946)

Co-movimento e Recorrência:

- **Co-movimento generalizado:** Expansões e contrações ocorrem simultaneamente em múltiplas séries (produto, emprego, investimento)
- **Recorrência sem periodicidade:** Ciclos se repetem, mas não em intervalos fixos

Fatos Estilizados de Burns e Mitchell (1946)

Co-movimento e Recorrência:

- **Co-movimento generalizado:** Expansões e contrações ocorrem simultaneamente em múltiplas séries (produto, emprego, investimento)
- **Recorrência sem periodicidade:** Ciclos se repetem, mas não em intervalos fixos

Duração e Assimetria:

- **Duração irregular:** Expansões 1-12 anos, contrações variáveis. Sem subciclos aninhados
- **Assimetria:** Expansões longas, contrações curtas e acentuadas

Fatos Estilizados de Burns e Mitchell (1946)

Co-movimento e Recorrência:

- **Co-movimento generalizado:** Expansões e contrações ocorrem simultaneamente em múltiplas séries (produto, emprego, investimento)
- **Recorrência sem periodicidade:** Ciclos se repetem, mas não em intervalos fixos

Duração e Assimetria:

- **Duração irregular:** Expansões 1-12 anos, contrações variáveis. Sem subciclos aninhados
- **Assimetria:** Expansões longas, contrações curtas e acentuadas

Volatilidade Diferenciada:

- **Consumo:** Suave ($\frac{1}{2}$ volatilidade do produto)
- **Investimento:** Altamente volátil ($3\times$ o produto)

Antes de Burns e Mitchell

Pensamento econômico anterior:

- **Abordagem teórica:** Explicações causais específicas
- **Ciclos regulares:** Periodicidade previsível
 - Juglar (7-11 anos), Kitchin (3-5 anos)
 - Até ciclos solares (Jevons)
- **Causa única:** Um mecanismo dominante
- **Equilíbrio:** Ciclos como desvios temporários

A Virada de Burns e Mitchell

Revolução metodológica:

- **Empirismo puro:** Medir primeiro, explicar depois
- **Irregularidade:** Ciclos não são periódicos
- **Multivariável:** Co-movimento sistêmico
- **Normalidade:** Flutuação é o estado natural

A Virada de Burns e Mitchell

Revolução metodológica:

- **Empirismo puro:** Medir primeiro, explicar depois
- **Irregularidade:** Ciclos não são periódicos
- **Multivariável:** Co-movimento sistêmico
- **Normalidade:** Flutuação é o estado natural

Legado:

- Base empírica para teorias modernas (RBC, NK)
- Metodologia NBER para datação de ciclos

Comportamento da série de produção

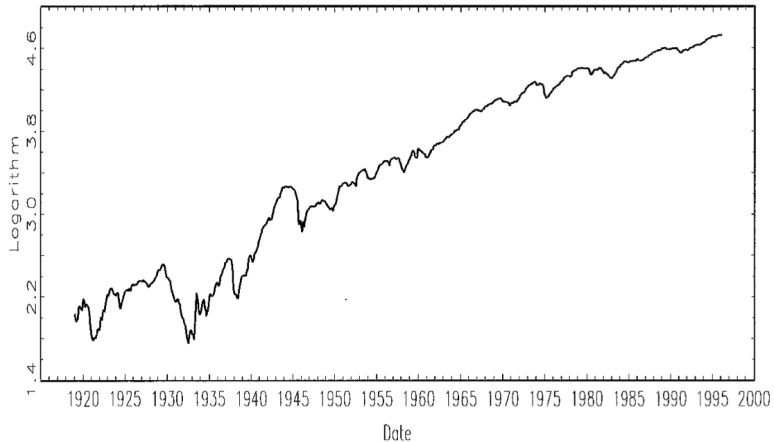


Fig. 1.1. Industrial production index (logarithm of levels).

Fonte: Stock & Watson.

Método de decomposição de tendência e ciclo

Linear e Primeira Diferença

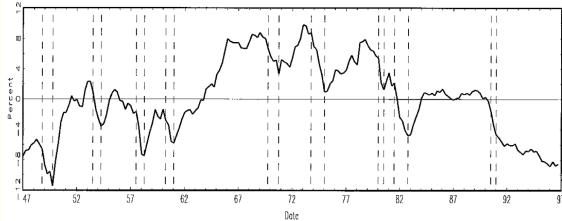


Fig. 2.2. Linearly detrended GDP.

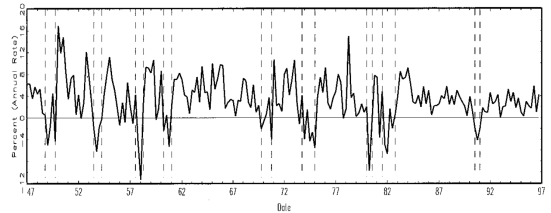


Fig. 2.3. Growth rate of GDP.

Fonte: Stock & Watson

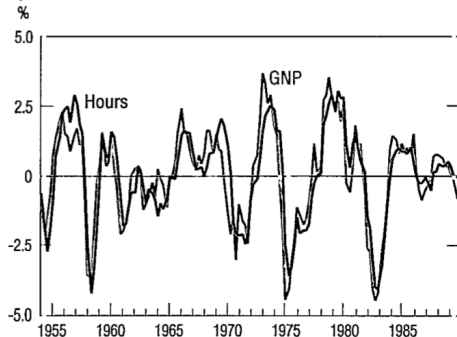
Filtros

HP e band-pass (freq de 6-8 trimestres)

Chart 3

Deviations From Trend of U.S. Real Gross National Product and Hours Worked*

Quarterly, 1954–1989



*The estimate of hours worked uses the establishment survey.

Source of basic data: Citicorp's Citibase data bank

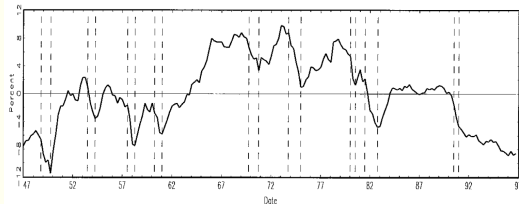
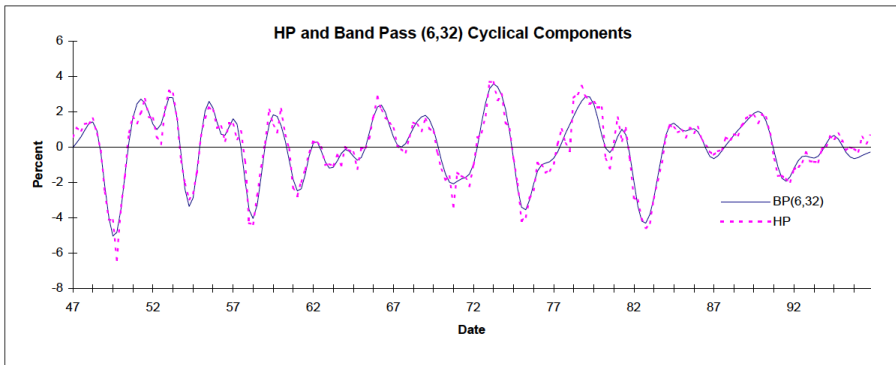


Fig. 2.2. Linearly detrended GDP.

Fonte: (E) Kydland Prescott, 1990 ; (D) Stock and Watson, 1999.

Filtros

HP e band-pass



Fonte: King e Rebelo.

Pouca mudança nas conclusões, neste caso.

Filtro HP

Permite tendência não-linear, mas pune variação exagerada desta tendência.

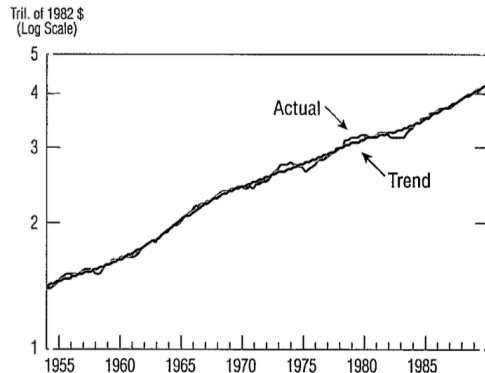
Minimiza

$$\sum_t \left\{ (y_t - \tau_t)^2 + \lambda [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \right\}$$

- λ controla a suavização. Para trimestral $\lambda = 1600$.
- Nota: determinação da decomposição em t "olha" no futuro.
- Críticas: ver Hamilton (2018).

Chart 2

Actual and Trend of U.S. Real Gross National Product
Quarterly, 1954–1989



Source of basic data: Citicorp's Citibase data bank

Kydland-Prescott, 1990

“Real facts and a monetary myth”

Table 2

Cyclical Behavior of U.S. Output and Income Components

Deviations From Trend of Product and Income Variables
Quarterly, 1954–1989

Variable x	Volatility (% Std. Dev.)	Cross Correlation of Real GNP With										
		$x(t-5)$	$x(t-4)$	$x(t-3)$	$x(t-2)$	$x(t-1)$	$x(t)$	$x(t+1)$	$x(t+2)$	$x(t+3)$	$x(t+4)$	$x(t+5)$
Real Gross National Product	1.71	-0.03	0.15	0.38	0.63	0.85	1.00	0.85	0.63	0.38	0.15	-0.03
Consumption Expenditures	1.25	0.25	0.41	0.56	0.71	0.81	0.82	0.66	0.45	0.21	-0.02	-0.21
Nondurables & Services	0.84	0.20	0.38	0.53	0.67	0.77	0.76	0.63	0.46	0.27	0.06	-0.12
Nondurables	1.23	0.29	0.42	0.52	0.62	0.69	0.69	0.57	0.38	0.16	-0.05	-0.22
Services	0.63	0.03	0.25	0.46	0.63	0.73	0.71	0.60	0.49	0.39	0.23	0.07
Durables	4.99	0.25	0.38	0.50	0.64	0.74	0.77	0.60	0.37	0.10	-0.14	-0.32
Investment Expenditures	8.30	0.04	0.19	0.39	0.60	0.79	0.91	0.75	0.50	0.21	-0.05	-0.26
Fixed Investment	5.38	0.09	0.25	0.44	0.64	0.83	0.90	0.81	0.60	0.35	0.08	-0.14
Nonresidential	5.18	-0.26	-0.13	0.05	0.31	0.57	0.80	0.88	0.83	0.68	0.46	0.23
Structures	4.75	-0.40	-0.31	-0.17	0.03	0.29	0.52	0.65	0.69	0.63	0.50	0.34
Equipment	6.21	-0.18	-0.04	0.14	0.39	0.65	0.85	0.90	0.81	0.62	0.38	0.15
Residential	10.89	0.42	0.56	0.66	0.73	0.73	0.62	0.37	0.10	-0.15	-0.34	-0.45
Government Purchases	2.07	0.00	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	0.03	0.09	0.12	0.17	0.27	0.34
Federal	3.68	0.00	-0.05	-0.08	-0.09	-0.09	0.03	0.03	0.06	0.10	0.19	0.24
State & Local	1.19	0.06	0.10	0.17	0.25	0.26	0.23	0.20	0.16	0.19	0.27	0.36
Exports	5.53	-0.50	-0.46	-0.34	-0.14	0.11	0.34	0.48	0.53	0.53	0.53	0.45
Imports	4.92	0.11	0.18	0.30	0.45	0.61	0.71	0.71	0.51	0.28	0.03	-0.19
Real Net National Income												
Labor Income*	1.58	-0.18	-0.02	0.18	0.42	0.68	0.88	0.90	0.80	0.62	0.40	0.19
Capital Income**	2.93	0.10	0.24	0.44	0.63	0.79	0.84	0.80	0.30	0.02	-0.19	-0.29
Proprietors' Income & Misc.†	2.70	0.11	0.24	0.38	0.55	0.62	0.68	0.46	0.29	0.11	0.02	-0.10

*Employee compensation is deflated by the implicit GNP price deflator.

**This variable includes corporate profits with inventory valuation and capital consumption adjustments, plus rental income of persons with capital consumption adjustment, plus net interest, plus capital consumption allowances with capital consumption adjustment, all deflated by the implicit GNP price deflator.

Table 1

Cyclical Behavior of U.S. Production Inputs

Deviations From Trend of Input Variables
Quarterly, 1954–1989

Variable x	Volatility (% Std. Dev.)	Cross Correlation of Real GNP With										
		$x(t-5)$	$x(t-4)$	$x(t-3)$	$x(t-2)$	$x(t-1)$	$x(t)$	$x(t+1)$	$x(t+2)$	$x(t+3)$	$x(t+4)$	$x(t+5)$
Real Gross National Product	1.71	-0.03	0.15	0.38	0.63	0.85	1.00	0.85	0.63	0.38	0.15	-0.03
Labor Input												
Hours (Household Survey)	1.47	-0.10	0.05	0.23	0.44	0.69	0.86	0.86	0.75	0.59	0.38	0.18
Employment	1.06	-0.18	-0.04	0.14	0.36	0.61	0.82	0.89	0.82	0.67	0.47	0.25
Hours per Worker	0.54	0.08	0.21	0.35	0.49	0.66	0.71	0.59	0.43	0.29	0.11	-0.02
Hours (Establishment Survey)	1.65	-0.23	-0.07	0.14	0.39	0.66	0.88	0.92	0.81	0.64	0.42	0.21
GNP/Hours (Household Survey)	0.88	0.11	0.21	0.34	0.48	0.50	0.51	0.21	-0.02	-0.25	-0.34	-0.36
GNP/Hours (Establishment Survey)	0.83	0.40	0.46	0.49	0.53	0.43	0.31	-0.07	-0.31	-0.49	-0.52	-0.50
Average Hourly Real Compensation (Business Sector)	0.91	0.30	0.37	0.40	0.42	0.40	0.35	0.26	0.17	0.05	-0.08	-0.20
Capital Input												
Nonresidential Capital Stock*	0.62	-0.58	-0.61	-0.51	-0.48	-0.31	-0.08	0.16	0.39	0.56	0.66	0.70
Structures	0.37	-0.45	-0.51	-0.55	-0.53	-0.44	-0.29	-0.10	0.09	0.25	0.38	0.45
Producers' Durable Equipment	0.99	-0.57	-0.58	-0.53	-0.41	-0.22	0.02	0.26	0.47	0.62	0.70	0.71
Inventory Stock (Nonfarm)	1.65	-0.37	-0.33	-0.23	-0.05	0.19	0.50	0.72	0.83	0.81	0.71	0.53

*Based on quarterly data, 1954:1–1984:2.

Source of basic data: Citicorp's Citibase data bank.

$x(t+1)$ variável reflete ciclo com defasagem (lags). $x(t-1)$ antecipa (leads).

Stock Watson – via Blanchard

4. Co-movements of output with components

Stock Watson, Table 2, looks at the correlation between cyclical components of output and other variables.

$$\rho(X_{ct}, Y_{ct+k}) \quad k = -6, \dots, 0, \dots, +6$$

(in quarters)

- If ρ is positive and highest for $k < 0$, then X is procyclical and lags.
- If ρ is positive and highest for $k > 0$, then X is procyclical and leads.

(Does not give us a sense of the amplitudes. Covariances rather than correlations would.)

Stock Watson – via Blanchard

- Output, consumption. high and positive. col 9.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.21	0.51	0.76	0.90	0.89	0.75	0.53

- Output, investment high and positive. col 14.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.32	0.61	0.82	0.89	0.83	0.65	0.41

Surprising? Perhaps. Think of changes in the subjective discount rate.
What would they do?

Stock Watson – via Blanchard

- Output and inventory investment high and positive. col 18.

-3	-2	-1	0	1	2	3
-0.04	0.28	0.57	0.73	0.72	0.56	0.32

Surprising? Perhaps. Think of shifts in demand.

- Little correlation with exports. col 19. US not very open.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.50	0.48	0.40	0.27	0.09	-0.11	-0.29

Stock Watson – via Blanchard

- Little correlation with government spending. cols 22 to 24. (total purchases, defense, non-defense)

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.21	0.21	0.19	0.15	0.03	-0.10	-0.20
0.14	0.12	0.09	0.05	-0.06	-0.18	-0.26
0.08	0.13	0.19	0.22	0.23	0.21	0.18

- Looking across sectors. (cols 1 to 8). High correlation for all, except mining. (Similar results in Christiano et al) A clear indication of how far we are from the old cycles.

Stock Watson – via Blanchard

- Correlation with employment high and positive. col 25. lag. suggests movements in output then movement in bodies.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.72	0.89	0.92	0.81	0.57	0.24	-0.07

Surprising? Perhaps. If booms are good times, why take more consumption and less leisure?

- Coincident with hours. col 27. suggests adjustment at that margin. First, firms adjust with overtime, then over time, through hiring.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.05	0.38	0.66	0.82	0.80	0.64	0.40

Stock Watson – via Blanchard

- High and positive with measured total factor productivity (Solow residual) and average labor productivity. cols 32 and 33. Leads.

-3	-2	-1	0	1	2	3
-0.03	0.27	0.56	0.77	0.86	0.82	0.68
-0.41	-0.11	0.24	0.53	0.70	0.72	0.62

- Surprising? Perhaps. If demand shocks, decreasing MPN, decreasing average labor productivity.

Stock Watson – via Blanchard

One central intra-temporal price: the real wage. One central inter-temporal price: the real interest rate. Not much cyclical movement in either.

- Real wage (definition of the deflator is not given). col 44. probably real product wage. Slightly pro-cyclical, but not much.

-3	-2	-1	0	1	2	3
0.00	0.08	0.14	0.16	0.14	0.10	0.07

Clearly inconsistent with only movements along a labor demand curve, or labor supply curve. (Keynes/Tarshis)

Consistent with shifts in labor demand, or a mix. or with a model with further deviations from standard labor market equilibrium.

Stock Watson – via Blanchard

- Correlation with interest rates.

Nominal: col 47 and 49 (federal funds rate and 10-year yield). strongly procyclical and lags output. High in booms.

Real: col 50. (3-month rate) mildly countercyclical: low in booms. Leads output a bit. Low interest rates lead to high demand and high output, but then leads to higher nominal rates?

-3	-1	0	1	3	5	6
0.60	0.56	0.38	0.13	-0.41	-0.69	-0.71
0.13	0.16	0.08	-0.07	-0.39	-0.52	-0.48
-0.07	-0.19	-0.28	-0.35	-0.36	-0.20	-0.11

Stock Watson – via Blanchard

- Correlation with inflation (GDP deflator, CPI). cols 39, 41. strong correlation, max at lag 3 or 4.

-5	-3	-1	0	1	2	3	4	5
0.47	0.64	0.52	0.35	0.14	-0.08	-0.27	-0.40	-0.48
0.55	0.58	0.32	0.15	-0.01	-0.14	-0.25	-0.34	-0.41

This is the Phillips curve relation.

Em resumo: Prescott

Business Cycle Research: Methods and Problems

time series. Hodrick and Prescott (1980) developed a statistical definition of the business cycle component of an economic time series. The regularities that appeared are all tied to the variables in growth theory. They are: (i) consumption is strongly procyclical and fluctuates about a third as much as output in percentage terms; (ii) investment is strongly procyclical and fluctuates about three times as much as output; (iii) two-thirds of output fluctuations are accounted for by variations in the labor input, one-third by variations in TFP and essentially zero by variations in the capital input; (iv) the only important lead-lag relation is that the capital stock lags the cycle with the lag being greater the more durable the capital good; (v) the deviations of output from trend, that is the business cycle component, displays a moderately high degree of persistence; (vi) the real wage is procyclical but is roughly orthogonal to the labor input.

These facts were bothersome for theorists. Why should leisure be low when consumption is high? After all, consumption and leisure are normal goods and leisure is not high when the real wage is high. Another question is why labor productivity is high when labor input is high. This violates the law of diminishing returns.

Como o RBC vai abordar estes fatos?

Estratégia da literatura RBC:

- **Ponto de partida:** Modelo neoclássico de crescimento
- **Inovação:** Interpretar "resíduo de Solow" como choque tecnológico
- **Hipótese:** Flutuações vêm de choques de produtividade total dos fatores (TFP)

Como o RBC vai abordar estes fatos?

Estratégia da literatura RBC:

- **Ponto de partida:** Modelo neoclássico de crescimento
- **Inovação:** Interpretar "resíduo de Solow" como choque tecnológico
- **Hipótese:** Flutuações vêm de choques de produtividade total dos fatores (TFP)

Questões centrais que o modelo deve responder:

- Por que consumo e investimento se movem na mesma direção que o produto?
- Por que horas trabalhadas variam tanto?
- Como choques de TFP podem gerar persistência nas flutuações?

O modelo de RBC em versão simples

(Essencialmente seguindo livro do J. Miao)

Equilíbrio geral em economia com produção e TFP estocástica. Agente representativo.

- Primeiro e Segundo Teoremas do Bem-estar valem.
- Podemos olhar problema do planejador.
- Implicação direta das hipóteses: flutuações econômicas do modelo são eficientes.

O modelo de RBC em versão simples

(Essencialmente seguindo livro do J. Miao)

Problema de Planejador

$$\max_{\{C_t, N_t, I_t\}} E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [u(C_t, 1 - N_t)]$$

s.a.

$$C_t + I_t = z_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + I_t$$

$$\ln z_t = \rho \ln z_{t-1} + \sigma \epsilon_t, \quad \epsilon_t \stackrel{iid}{\sim} N(0, 1).$$

Condições de Equilíbrio

- Equação de Euler

$$u_{C,t} = \beta E_t \left[u_{C,t+1} \left(1 + \alpha z_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} N_{t+1}^{1-\alpha} - \delta \right) \right]$$

- Otimalidade no mercado de trabalho

$$u_{C,t} (1 - \alpha) z_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha} = u_{L,t}$$

- Factibilidade/market-clearing em bens:

$$K_{t+1} = z_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} + (1 - \delta) K_t - C_t$$

Condições de Equilíbrio

- Na solução descentralizada, teríamos no mercado de trabalho e capital

$$w_t = (1 - \alpha) z_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha}$$

e

$$r_{k,t} = \alpha z_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha}$$

Um caso com solução analítica

Fazemos duas hipóteses para ter uma solução analítica (para fins didáticos):

- ① $\delta = 1$ (depreciação completa)
- ② $U(C, 1 - N) = \log C + \chi \log(1 - N)$ (utilidade log-separável)

Um caso com solução analítica

Por que estas hipóteses ajudam?

- $\delta = 1$:
 - Elimina dinâmica de acumulação de capital ($K_{t+1} = I_t$)
 - Foca no mecanismo de substituição intertemporal
- Utilidade log:
 - Elasticidade de substituição intertemporal = 1
 - Efeitos renda e substituição se balanceiam para trabalho
 - Permite solução em forma fechada (taxa de poupança constante)

Condições resultantes

Neste caso, temos

$$C_t^{-1} = \beta E_t [C_{t+1}^{-1} \alpha z_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} N_{t+1}^{1-\alpha}]$$

$$\chi \frac{C_t}{1 - N_t} = (1 - \alpha) z_t K_t^\alpha N_t^{-\alpha}$$

e

$$K_{t+1} = z_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} - C_t.$$

Um caso com solução analítica

Conjectura: Taxa de poupança constante, oferta de trabalho constante

$$C_t = (1 - s) Y_t$$

$$N_t = \bar{N}$$

Verificamos a conjectura e chegamos a

$$s = \beta\alpha$$

e

$$\frac{\bar{N}}{1 - \bar{N}} = \frac{1 - \alpha}{\chi(1 - \alpha\beta)}$$

Um caso com solução analítica

Agora,

$$Y_{t+1} = z_{t+1} K_{t+1}^{\alpha} \bar{N}^{1-\alpha} = z_{t+1} (sY_t)^{\alpha} \bar{N}^{1-\alpha}$$

Logo,

$$\begin{aligned} \log Y_{t+1} &= \Gamma + \log z_{t+1} + \alpha \log Y_t \\ &= \Gamma + \rho \log z_t + \alpha \log Y_t + \sigma \epsilon_{t+1}, \end{aligned} \tag{1}$$

com $\Gamma = \alpha \log s + (1 - \alpha) \log \bar{N}$, e

$$\log z_{t+1} = \rho \log z_t + \sigma \epsilon_{t+1}$$

Y_t e z_t são AR(1) vetorial com um choque só, comum.

Um caso com solução analítica

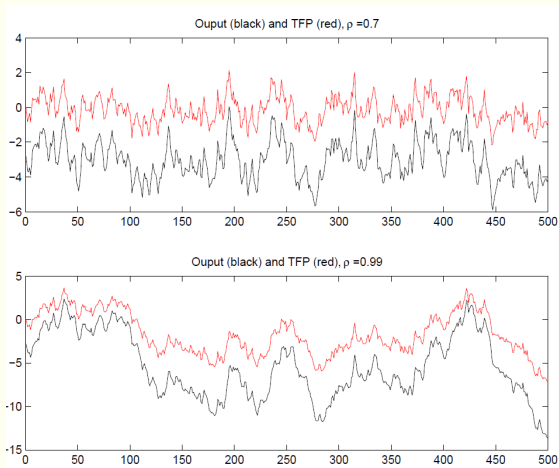
Também podemos usar um lag (na eq 1) e, após substituição de z_t na segunda linha, obter

$$\log z_t = \log Y_t - \Gamma - \alpha \log Y_{t-1}$$

e passar para a representação AR(2) univariada

$$\log Y_{t+1} = (1 - \rho) \Gamma + (\rho + \alpha) \log Y_t - \alpha \rho \log Y_{t-1} + \sigma \epsilon_{t+1}.$$

Um caso com solução analítica



Caso particular é útil para intuição, mas falha no comportamento de horas e decomposição dos efeitos.

Caso geral precisa de solução simulada e/ou técnicas de aproximação.

Fonte: Notas de aula Noah Williams.

Log-linearização: Intuição

Por que log-linearizar?

- Equações não-lineares são difíceis de resolver analiticamente
- Aproximação linear em torno do estado estacionário
- Permite análise de dinâmica e impulso-resposta

Log-linearização: Intuição

Por que log-linearizar?

- Equações não-lineares são difíceis de resolver analiticamente
- Aproximação linear em torno do estado estacionário
- Permite análise de dinâmica e impulso-resposta

Estratégia:

- 1 Escrever variáveis como desvios percentuais do estado estacionário: $\hat{x}_t = \ln(x_t/\bar{x})$
- 2 Aproximar equações por Taylor de primeira ordem
- 3 Resolver sistema linear resultante

Log-linearização: Equações Principais

Ver notas complementares para derivação completa.

Dinâmica do capital:

$$\begin{aligned}\hat{K}_{t+1} - \hat{K}_t = & \frac{Y}{K} \frac{\zeta + 1}{\alpha + \zeta} \hat{z}_t + \left(\beta^{-1} - 1 + \frac{\alpha(1-\alpha)}{\alpha + \zeta} \frac{Y}{K} \right) \hat{K}_t \\ & - \left(\frac{C}{K} + \frac{(1-\alpha)}{\alpha + \zeta} \frac{Y}{K} \right) \hat{C}_t\end{aligned}$$

Equação de Euler log-linearizada:

$$E_t \hat{C}_{t+1} - \hat{C}_t = \beta \alpha \left(\frac{Y}{K} \right) \cdot E_t \left[\frac{\zeta + 1}{\alpha + \zeta} \hat{z}_{t+1} - (1 - \alpha) \frac{\zeta}{\alpha + \zeta} \hat{K}_{t+1} - \frac{(1 - \alpha)}{\alpha + \zeta} \hat{C}_{t+1} \right]$$

onde ζ é a elasticidade da oferta de trabalho de Frisch.

Solução linearizada

Podemos mostrar (guess and verify trabalhoso) que o modelo linearizado tem uma solução linear da forma:

$$\begin{aligned}\hat{k}_{t+1} &= \psi_1 \hat{k}_t + \psi_2 \hat{z}_t, \\ \hat{c}_t &= \psi_3 \hat{k}_t + \psi_4 \hat{z}_t,\end{aligned}$$

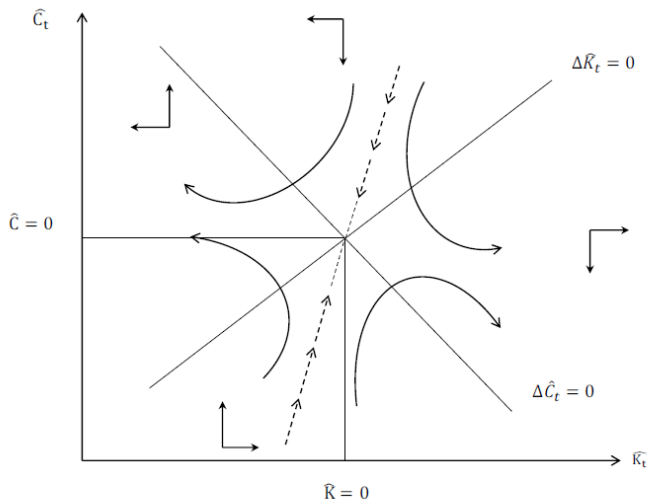
ou seja, funções políticas são lineares nas variáveis de estado.

Daqui, horas trabalhadas também serão função linear destes dois estados.

Comentários

- Aqui, vale princípio de equivalente certeza: expectativa das variáveis futuras depende apenas de valores esperados de z_t e de k_0 .
- Existem também outras maneiras de tentar resolver o modelo: discretização da função valor do planejador, projeções, aproximações de ordem superior.

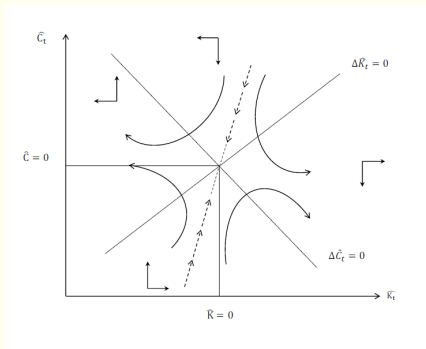
O comportamento do modelo log-linearizado



Caracterização da trajetória

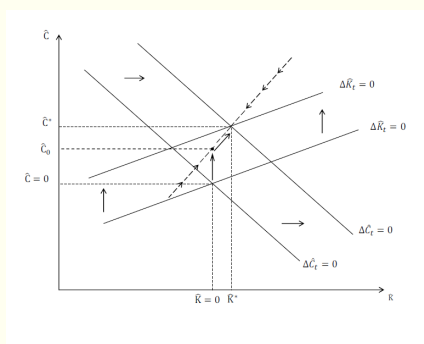
- Dada trajetória para C_t e K_t , podemos encontrar equilíbrio no mercado de trabalho: salário e horas.
- Dadas horas e K_t , encontramos Y_t .
- Podemos então encontrar taxa de aluguel e retorno da poupança dos agentes.
- Esse retorno é consistente com a equação de Euler e o ritmo de crescimento do consumo.

Parte determinística oferece lógica para respostas a choques



Fonte: Miao.

Choque transitório de TFP (inesperado, $\rho = 0$):
Investimento e consumo sobem.
Capital e consumo irão convergir pela parte nordeste da trajetória de sela.



Fonte: Miao.

Choque persistente de TFP (inesperado, $\rho = 1$):
Salto para nova trajetória de sela. Investimento sobe.
Efeito inicial sobre consumo é ambíguo.

Simulações (Miao)

- Consumption is less volatile than output.
- Investment is about two times more volatile than output.
- Total hours worker have about the same volatility as output.
- Labor productivity is less volatile than output.
- The real wage is less volatile than output.
- All macroeconomic series are highly persistent.

- Most macroeconomic series are procyclical. Hours are strongly procyclical, but labor productivity and output are weakly correlated. The real wage is essentially acyclical.

Table 14.1. Business Cycle Statistics

	Standard Deviation (%)	Relative Std Dev	1st Order Autocorr	Contemp Corr with Y
Y	1.52 (1.85)	1.00 (1.00)	0.72 (0.85)	1 (1)
C	0.74 (1.17)	0.45 (0.63)	0.76 (0.86)	0.97 (0.80)
I	4.19 (4.41)	2.75 (2.38)	0.71 (0.84)	0.99 (0.62)
N	0.55 (1.95)	0.36 (1.05)	0.71 (0.90)	0.98 (0.82)
Y/N	0.99 (1.12)	0.65 (0.60)	0.74 (0.72)	0.99 (0.26)
w	0.99 (0.87)	0.65 (0.47)	0.74 (0.72)	0.99 (-0.06)
TFP	0.89 (1.10)	0.54 (0.60)	0.99 (0.80)	1.00 (0.68)
Price	NA (0.94)	NA (0.51)	NA (0.91)	NA (0.00)
$\ln R^f$	0.05 (0.70)	0.04 (0.38)	0.71 (0.71)	0.95 (0.02)
$\ln R^s$	0.05 (8.40)	0.03 (4.51)	0.71 (0.09)	0.96 (-0.23)

Notes: All variables are in logarithms. The numbers in the brackets are computed from the US quarterly data from 1948Q1-2010Q4. Other numbers are computed from the basic RBC model.

Table 14.1 also reveals that the basic RBC model explains the U.S. business cycles reasonable well.⁴ However, the basic RBC model fails in many dimensions. First, consumption and hours are too smooth. Second, the real wage rate and labor productivity are too strongly procyclical. Finally, statistics related to the real interest rate and stock returns are far off from the data.

Impulso Resposta

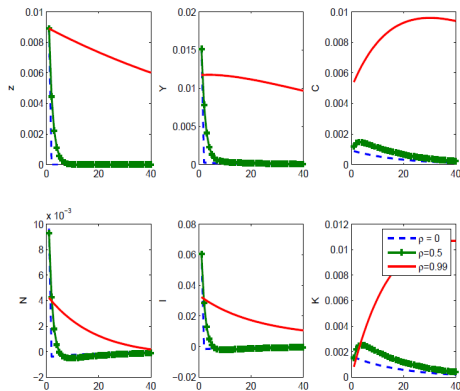


Figure 14.5: Comparison of impulse responses to a TFP shock with different levels of persistence.

Effects of Persistence and Critiques of the RBC Model As we have shown above the persistence of the TFP shock plays an important role. Figures 14.5 and 14.6 show the impulse response functions for different values of persistence of the TFP shock.⁵ These figures reveal that when the TFP shock is more persistent, consumption and real wages rise more on impact, but hours, investment and output rise less on impact. These figures also show that the RBC model generally lacks an amplification and propagation mechanism in the sense that the impact effect on output is small and output does not exhibit a hump-shaped response (Cogely and Nason (1995)). The response of output essentially follows the same shape as the TFP shock. Much of the recent business cycle research has tried to extend the basic RBC model by introducing various new elements in order to provide an amplification and propagation mechanism. In addition, these extensions can to overcome some limitations pointed out earlier.

Mais: resposta exagerada de salário real, todo ajuste de N_t é voluntário, utilização de fatores difícil de medir, tecnologia tbm sem medida direta, política monetária.