

A natureza estocástica do crescimento econômico canadense*

Francisco Cribari Neto**

O presente artigo analisa o papel dos choques no crescimento econômico canadense desde 1870. Utiliza-se uma medida não-paramétrica a fim de avaliar o grau de persistência de uma inovação no longo prazo. Encontra-se que um choque de 1% no PNB canadense modifica a previsão de longo prazo dessa variável aproximadamente na mesma magnitude, o que é uma característica de um passeio aleatório. Mostra-se também que em importantes períodos do crescimento econômico canadense o PNB seguiu um passeio aleatório com *drift*. Exceto para o período 1929-42, nenhuma evidência de ciclos econômicos é encontrada. Esses resultados conduzem à conclusão de que os movimentos e oscilações no PNB canadense desde 1870 têm sido determinados pela acumulação dinâmica de choques, em vez de por ciclos econômicos.

1. O assunto; 2. O papel dos choques econômicos no crescimento econômico canadense; 3. Uma medida de persistência de inovações; 4. Resultados e discussão; 5. Comentários finais.

1. O assunto

Quais são as forças determinantes dos movimentos e oscilações no produto nacional bruto (PNB)? A busca de uma resposta a essa pergunta tem sido uma das principais preocupações da literatura em Macroeconomia nos últimos anos. De acordo com o entendimento tradicional, os movimentos do produto podem ser separados em uma tendência determinística crescente e ciclos econômicos estacionários ao longo de tal tendência. Essa visão tem

* O presente artigo beneficiou-se de comentários e sugestões de Roger Koenker, William Maloney e Kyle D. Kauffman, participantes de seminários realizados na Fundação Getúlio Vargas (EPGE/FGV/RJ) e na Universidade de Illinois (EUA), e dois pareceristas anônimos. Agradecer a gentileza de suas sugestões não significa implicá-los por possíveis erros e omissões remanescentes, que devem ser atribuídos exclusivamente ao autor.

**Department of Economics, University of Illinois, 484 Commerce West, 1206 South Sixth St., Champaign, IL, 61820, USA.

sido, contudo, continuamente criticada, especialmente após a publicação de célebre artigo de Nelson e Plosser (1982), onde esses autores mostram que diversas variáveis macroeconômicas, incluindo o PNB, possuem uma tendência estocástica, *i.e.*, uma tendência que é afetada por choques e segue um determinado processo aleatório.¹ Entre várias implicações, a da presença de tal classe de tendência é que choques econômicos passam a ser, em certo grau, persistentes, na medida em que modificam a previsão de longo prazo do PNB.

O presente artigo utiliza a experiência canadense como uma evidência adicional do padrão aleatório de comportamento do componente secular do PNB e de um elevado grau de persistência de inovações nos níveis de longo prazo dessa variável. A experiência do Canadá é particularmente útil e ilustrativa, uma vez que esse país tem experimentado choques econômicos particulares e identificáveis além das inovações internacionais comuns a outros países.

Em um artigo recente, Inwood e Stengos (1991) mostraram que não é possível rejeitar a hipótese de uma raiz unitária no PNB real canadense, indicando a presença de uma tendência estocástica nessa variável. Os autores também utilizaram um procedimento de análise de intervenção proposto por Perron (1989), e encontraram que é possível rejeitar a hipótese de uma raiz unitária quando se removem os efeitos das duas guerras mundiais e de um choque doméstico, ocorrido no início deste século e chamado de *wheat boom*. Com base nesses resultados, Inwood e Stengos concluíram que uma tendência determinística com descontinuidades seria a melhor caracterização do crescimento econômico canadense. Nesse sentido, uma conclusão adicional é a de que todos os outros choques que afetaram a economia canadense foram de natureza estacionária, ou seja, não tiveram efeitos persistentes.

Contudo, como mostrado por Newbold e Agiakloglou (1991a), esse tipo de análise de intervenção é extremamente sensível à escolha do ponto de descontinuidade. Dessa forma, um procedimento mais confiável seria a utilização de critérios de seleção de modelos, tais como AIC, BIC ou AICC, a fim de selecionar o modelo que melhor descrevesse possíveis descontinuidades no componente secular do PNB.² Adicionalmente, Balke e Fomby (1991a) mostraram que os

¹ Bernard e Durlauf (1991, p.4) definem tendência estocástica de duas formas diferentes. Informalmente, tal componente é definido como sendo a parte da série que se espera persistir em um futuro indefinido, embora não seja previsível com base em informações passadas. Formalmente, diz-se que uma série contém uma tendência estocástica se ela é não-estacionária em níveis mesmo após a remoção de uma tendência linear e se, adicionalmente, ela é estacionária em diferenças.

² Crafts e Mills (1991), por exemplo, utilizam critérios de qualidade do ajustamento a fim de escolher os pontos de descontinuidade de uma tendência.

testes usuais tendem a rejeitar a hipótese de uma raiz unitária com uma elevada frequência no caso de infreqüentes grandes choques com tempo de chegada aleatório. De acordo com Balke e Fomby (1991b), um problema adicional com o procedimento usado por Inwood e Stengos (1991) é que o número e a ocorrência de descontinuidades são escolhidos pelo pesquisador e, dessa forma, a incerteza acerca de quantas vezes e quando as descontinuidades verdadeiramente aconteceram não é levada em consideração. De acordo com os autores, pode existir um viés para a rejeição da hipótese de raiz unitária quando variáveis *dummy* são escolhidas *ex post*, ou seja, após a coleta dos dados.³ Um problema adicional reside no fato de que ainda não existem resultados na literatura relacionados à robustez de testes de raízes unitárias a violações de hipóteses distribucionais, o que lança dúvidas sobre o procedimento utilizado por Inwood e Stengos (1991).⁴

Há ainda a questão da incerteza inerente aos movimentos futuros do produto. No caso de uma tendência determinística, a incerteza futura é limitada, ao passo que no caso de um passeio aleatório a incerteza aumenta com o horizonte de previsão, sendo assim ilimitada.⁵ Como o procedimento proposto por Perron (1989) e utilizado por Inwood e Stengos (1991) não leva em consideração a aleatoriedade no tempo de chegada de um grande e persistente choque, tal procedimento atribui probabilidade zero (*ex ante*) para a ocorrência de futuras descontinuidades, equivalendo assim ao caso de tendência determinística para propósitos de incerteza de longo prazo. As implicações de uma tendência determinística nesse contexto são, contudo, particularmente implausíveis. De acordo com Sampson (1991, p. 67), a idéia de que a incerteza é limitada no longo prazo não parece plausível dado implicar, por exemplo, que uma pessoa poderia estar tão confiante de uma previsão para o PNB no ano 2000 quanto no ano 2200.

Um outro problema com a análise de Inwood e Stengos é que ela não investiga a questão da persistência de inovações. Essa é, em realidade, a importante questão a ser estudada, uma vez que a presença de uma raiz unitária é compatível tanto com um baixo quanto um alto grau de persistência de choques no produto de longo prazo. De acordo com Durlauf (1989, p. 71), "What is important about output fluctuations is persistence rather than the presence of an exact unit root. In several respects, exact unit roots findings may not even matter (...) On the theoretical side, various business cycles models with fundamentally different policy implications may be shown to be compatible with unit roots in economic time series".

Isto se deve ao fato de que qualquer série estacionária com uma raiz unitária na estrutura auto-regressiva pode ser decomposta em um passeio

³ Ver também Balke e Fomby (1991c).

⁴ Roger Koenker chamou a atenção do autor para este ponto.

⁵ Ver Cribari Neto (1990).

aleatório (usualmente interpretado como a tendência da série) e um componente estacionário (usualmente interpretado como ciclos). Contudo, o passeio aleatório pode ter variância arbitrariamente pequena, implicando que os testes de raízes unitárias possuem poder arbitrariamente reduzido em amostras finitas.⁶ Nesse sentido, como notado por Diebold e Nerlove (1990, p. 38), a questão mais importante não é a da *existência* de uma raiz unitária, mas sim a de sua *importância* (i.e., o grau de persistência de inovações). Um elevado grau de persistência de choques implica, por exemplo, que o governo pode influenciar o bem-estar de longo prazo na economia.⁷

O presente artigo examina a questão da persistência de inovações no PNB real de longo prazo canadense e o padrão aleatório dessa variável. Os resultados obtidos conduzem a importantes conclusões. Primeiro, encontra-se que um choque de 1% no PNB real canadense modifica a previsão de longo prazo dessa variável na mesma magnitude. Segundo, todos os testes utilizados fornecem o mesmo resultado: exceto para o período 1929-42, não é possível rejeitar a hipótese de que o (log) PNB real tem seguido um passeio aleatório com um *drift* constante. Isto significa que, exceto para o período mencionado, não é possível rejeitar a hipótese de ausência de ciclos econômicos no Canadá, implicando que todas as oscilações no PNB foram devidas a movimentos na própria tendência. Resultados similares para os EUA foram encontrados por Durlauf (1989, 1991a).

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 discute as características principais do crescimento econômico canadense desde 1870; a seção 3 apresenta uma medida de persistência de inovações; os resultados obtidos são apresentados e discutidos na seção 4; finalmente, a seção 5 inclui alguns comentários finais.

2. O papel dos choques econômicos no crescimento econômico canadense

O crescimento econômico canadense tem sido marcado por uma sucessão de choques econômicos e pela acumulação dinâmica de seus efeitos. Em um contexto histórico, essa afirmação baseia-se no fato de que um dos principais determinantes do crescimento econômico naquele país tem sido a descoberta e a exploração de bens primários, os chamados *staple goods*.⁸ O processo de desenvolvimento canadense baseou-se na produção de bens primários, de natureza agropecuária, florestal e energética, exportados principalmente para

⁶ Ver Cochrane (1991) para maiores detalhes.

⁷ Ver Cribari Neto (1992).

⁸ A denominação *staple goods* refere-se a bens agropecuários e florestais brutos, ou seja, não-processados.

os EUA. O exemplo clássico do papel desses bens primários no crescimento econômico do Canadá foi o chamado *wheat boom*. Tal termo se refere ao rápido crescimento das exportações de trigo, farinha, polpa de frutas, papel e minerais, e ao desenvolvimento da energia hidrelétrica e do setor manufatureiro no período de 1895 a 1929 (Marr e Paterson, 1980, p.6).

Os efeitos dessa rápida expansão (*wheat boom*) espalharam-se por toda a economia canadense. De acordo com Green e Urqhart (1987, p.197), "during the extended period of the wheat boom (...) the shares of agriculture and manufacturing remain relatively constant. Thus, the huge expansion in agricultural production that accompanied the opening of the West apparently was accompanied by significant growth in manufacturing activity. Agriculture, therefore, did *not* expand at the expense of manufacturing output. Canada, it seems, witnessed a long period of balanced economic growth". Isto revela que esse período teve características únicas, uma vez que os efeitos dessa inovação difundiram-se por todos os setores da economia, determinaram o processo de crescimento então em andamento e tiveram efeitos persistentes.

Este foi, contudo, apenas um episódio no crescimento econômico canadense. Conforme mencionado antes, tal crescimento baseou-se na descoberta e na exploração de bens primários voltados para a exportação. Assim, a economia canadense tem sido afetada continuamente por mudanças nas condições do mercado internacional e, em particular, por alterações nos preços relativos de seus produtos de exportação. Tais alterações têm sido uma constante fonte de choques para o Canadá. Uma fonte adicional de inovações reside nas flutuações na migração internacional. Como notado por Urqhart (1988, p.7), flutuações na migração internacional têm contribuído substancialmente para as flutuações no crescimento populacional global. A acumulação dos efeitos dinâmicos dos choques antes mencionados e vários outros tem ditado o padrão dos movimentos do produto no Canadá.

Um entendimento alternativo do processo de crescimento canadense enfatiza a aquisição de novas tecnologias como a fonte principal do crescimento econômico (Urqhart, 1988, p.3). Esse entendimento alternativo, conhecido como a *visão revisionista*, também atribui importante papel aos choques nos movimentos do produto, dado que os choques de tecnologia constituem a principal explicação para a persistência de inovações.⁹ Nesse sentido, Durlauf (1991b) argumenta que a existência de falhas dinâmicas de coordenação, tais como complementaridades tecnológicas associadas a mercados incompletos, pode conduzir a equilíbrios estocásticos múltiplos. Em tal contexto, choques produtivos agregados exerceriam o papel de

⁹ Contrariamente aos choques nas preferências dos consumidores (*taste shocks*), os choques de tecnologia podem introduzir um alto grau de correlação serial no produto, levando a um aparente comportamento "pró-cíclico" no consumo, produto e investimento. Ver Blanchard e Fischer (1989, p.320-37).

deslocar a economia de um equilíbrio para outro. A persistência de inovações surge como uma consequência de complementaridades entre diferentes setores da atividade econômica. Assim, a visão revisionista também atribui um papel central aos choques nos movimentos do produto.

3. Uma medida de persistência de inovações

A fim de entender o papel que os choques têm desempenhado no crescimento econômico canadense, é importante examinar o impacto de um choque hipotético na economia daquele país. Suponha-se, assim, que uma determinada inovação reduza o PNB real no Canadá em 1%. Qual a redução na previsão de longo prazo dessa variável em decorrência de tal choque? De acordo com o entendimento tradicional nenhuma redução ocorreria, uma vez que essa inovação teria efeitos apenas ao longo do ciclo econômico, depois do qual a economia retornaria ao seu caminho de expansão "natural". Para que isso ocorra, contudo, é necessário que o componente secular do PNB seja completamente determinístico, ou seja, não afetado por choques econômicos.

Todavia, como mencionado na seção anterior, a presença de uma tendência estocástica no PNB implica um grau de persistência de inovações no nível de longo prazo dessa variável não-nulo. Dessa forma, torna-se importante medir em que grau tal persistência ocorre.

Uma medida comumente utilizada é a *razão de variância* proposta por Cochrane (1988a), que mostrou que

$$vr(k) = \frac{var(Y_t - Y_{t-k})}{k var(Y_t - Y_{t-1})} \quad (1)$$

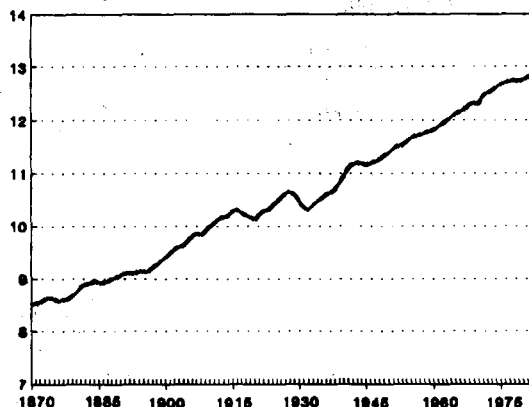
é uma medida da persistência de um choque de 1% após $(k-1)$ períodos, onde Y_t representa o logaritmo natural do PNB real.¹⁰ A razão de variância em (1) pode ser vista como um *filtro*, uma vez que mantém a informação relativa ao efeito da inovação e ignora todas as outras informações contidas na série.

Um estimador para a razão de variância é dado por

$$vr(k) = 1 + 2 \sum_{j=1}^{k-1} \frac{k-j}{k} \hat{\rho}_j, \quad (2)$$

¹⁰ Para aplicações dessa metodologia, ver Basu e McLeod (1991), Campbell e Mankiw (1989), Cochrane (1988a), Cribari Neto (1989, 1990, 1991, 1992), Kim, Nelson e Startz (1991) e Lo e MacKinlay (1988).

Figura 1
Log do PNB canadense - 1870 - 1985



onde $\hat{\rho}_j$ é o j th coeficiente de autocorrelação amostral da primeira diferença da série.¹¹ Usualmente multiplicam-se as estimativas obtidas de (2) pelo fator $T/(T-k+1)$, onde T é o número de observações, a fim de corrigir um viés negativo desse estimador.

A medida de persistência apresentada aqui é de natureza univariada, ou seja, avalia o grau de persistência de inovações no longo prazo com base em informações contidas na trajetória passada da série. Um procedimento alternativo é o de tentar utilizar também informações contidas em outras séries econômicas.¹²

4. Resultados e discussão

A série utilizada nas estimações apresentadas nesta seção é a do logaritmo do PNB canadense (de agora em diante PNB) em US\$ bilhões de 1981. O período amostral se estende de 1870 a 1985, e os dados são anuais. A série incorpora as revisões mais recentes nas estimativas do PNB, e sua fonte é Urqhart (1988).¹³ (Essa é a mesma série que foi utilizada por Inwood e Stengos, 1991.) A figura 1 apresenta os dados.

¹¹ Um estimador alternativo foi proposto por Lo e Mac Kinlay (1988, 1989), requerendo a suposição adicional de normalidade. Ver Cordeiro e Cribari Neto (1991).

¹² Ver, e.g., Blanchard e Quah (1989) e Cochrane (1988b).

¹³ É comum utilizar a série em logaritmos uma vez que sua primeira diferença pode ser interpretada como a taxa de crescimento entre períodos consecutivos. Essa é uma aproximação que funciona bem quando a razão do produto em dois períodos consecutivos é próxima de 1.

Tabela 1
Razão de variância para o PNB
canadense, 1870-1985

k	ve ^c (k)
1	1,00 (0,09)
2	1,28 (0,17)
3	1,45 (0,23)
4	1,53 (0,28)
5	1,52 (0,31)
6	1,46 (0,33)
7	1,40 (0,34)
8	1,35 (0,35)
9	1,27 (0,35)
10	1,17 (0,34)
11	1,08 (0,33)
12	1,01 (0,33)
13	0,97 (0,32)
14	0,96 (0,33)
15	0,97 (0,35)
20	1,05 (0,43)
25	0,90 (0,42)

Os resultados do teste de raiz unitária de Dickey-Fuller (1979) para o PNB canadense encontram-se reportados em Inwood e Stengos (1991). Como mencionado na seção 1, tais autores encontram que não é possível rejeitar a hipótese de que o PNB possui uma raiz unitária em sua representação auto-regressiva.¹⁴ Assim sendo, o primeiro passo deve ser a mensuração do grau de persistência de inovações. A tabela 1 contém as estimativas para a razão de variância para o PNB canadense, onde os erros-padrão assintóticos encontram-se entre parênteses. Uma apresentação gráfica de tais estimativas é dada na figura 2.

Os resultados contidos na tabela 1 indicam que um choque de 1% nos níveis atuais do PNB canadense modifica a previsão de longo prazo dessa variável em aproximadamente 1%. Tais resultados sugerem que o PNB naquele país tem evoluído de acordo com um processo similar a um passeio aleatório com *drift*. Tal processo é dado por

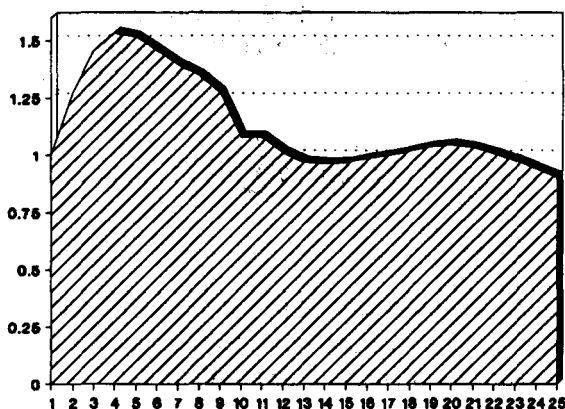
$$Y_t = \mu + Y_{t-1} + \xi_t, \quad (3)$$

onde ξ_t é ruído branco de segunda ordem.¹⁵ O termo μ na

¹⁴ Os mesmos resultados são obtidos utilizando-se o teste de Phillips-Perron (1988).

¹⁵ Diz-se que uma variável aleatória é ruído branco de segunda ordem se ela segue um processo estacionário de segunda ordem, *i.e.*, se ela possui média zero, variável constante e não é serialmente correlacionada (Bloomfield, 1991, p. 153).

Figura 2
Razão de variância
PNB canadense, 1870-1985



equação (3) é uma constante usualmente chamada *drift* que introduz um comportamento ascendente ao longo do tempo quando positiva. Quando Y_t representa o logaritmo da série, tal *drift* é interpretado como uma taxa de crescimento de longo prazo. O processo dado em (3) nada mais é que uma acumulação de distúrbâncias, o que pode ser visto quando tal processo é reescrito como

$$Y_t = Y_0 + \mu t + \sum_{i=1}^t \xi_i, \quad (4)$$

onde Y_0 é o valor inicial de $\{Y_t\}$. O último termo na equação (4) representa uma acumulação histórica de inovações que afetaram o produto.

A visão tradicional dos movimentos do produto prevê que o grau de persistência de inovações no produto de longo prazo é igual a zero, uma vez que tal visão assume que os efeitos dinâmicos dos choques se dissipam ao longo dos ciclos. Contudo, os resultados aqui vistos revelam um grau substancial de persistência de inovações, implicando assim que movimentos no componente secular têm sido responsáveis por grande parte dos movimentos do PNB. Isso significa que a importância dos ciclos econômicos nas variações do produto no Canadá tem sido menor do que se esperaria com base em decomposições clássicas de tendência/ciclos.¹⁶

¹⁶ Campbell e Mankiw (1989) encontraram um grau mais elevado de persistência de inovações para o PNB canadense do que o apresentado na tabela 1. Contudo, dado o pequeno período amostral da série utilizada em suas estimações, nenhuma inferência acerca do papel dos choques econômicos sobre o comportamento do produto potencial pode ser feita. Cogley (1990) usou uma série mais longa e encontrou um grau de persistência de inovações

Dada a similaridade entre o grau de persistência de inovações encontrado e o esperado para um passeio aleatório, é importante testar se o PNB canadense tem evoluído de acordo com tal processo. Uma das formas pela qual essa hipótese pode ser testada é através da utilização do teste de *portmanteau*, que se faz calculando-se a estatística de Box-Pierce, dada por Box e Pierce (1970),

$$Q(m) = T \sum_{j=1}^m \hat{\rho}_j^2, \quad (5)$$

onde T é o número de observações e $\hat{\rho}_j$ é o j th coeficiente de autocorrelação amostral da primeira diferença da série. Essa estatística possui distribuição assintótica qui-quadrado com m graus de liberdade.¹⁷

Considerando-se as vinte primeiras autocorrelações amostrais da primeira diferença do PNB, tem-se que $Q(20) = 35,66$. Assim, é possível rejeitar a hipótese de que o produto no Canadá evolui de acordo com um passeio aleatório com *drift* ao nível de significância de 5%.¹⁸ Uma pergunta natural então é: por que a hipótese de um passeio aleatório no produto foi rejeitada, uma vez que o grau de persistência de inovações encontrado é aproximadamente o mesmo do esperado para esse processo?¹⁹

Uma possibilidade é que tal rejeição seja devida a um *drift* que não é constante, ou seja, à presença de uma “tendência local linear”. Nesse caso, o PNB seguiria o seguinte processo:

$$Y_t = \mu_t + Y_{t-1} + \xi_t, \quad (6)$$

ligeiramente inferior ao apresentado na tabela 1.

¹⁷ Essa estatística é geralmente usada para testar aleatoriedade de resíduos de modelos Arima. Nesse caso, a estatística de Box-Pierce possui distribuição assintótica qui-quadrado com $(m-p)$ graus de liberdade, onde p é o número de parâmetros estimados. Ver Box e Jenkins (1970, p.290-3).

¹⁸ O valor crítico para tal teste é 31,41.

¹⁹ É possível que uma variável apresente um grau de persistência de inovações próximo ao de um passeio aleatório sem que siga esse processo. Os resultados apresentados na tabela 1 devem ser vistos apenas como uma indicação, e não como um teste formal. Testes formais são apresentados no decorrer da presente seção.

com μ_t (a “taxa variante de crescimento”) dado por

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t, \quad (7)$$

e assim a primeira diferença da série não seria estacionária. Nas equações anteriores, ξ_t e η_t são ruídos brancos com média zero e independentes.²⁰ Como notado por Newbold e Agiakloglou (1991b, p.344), essa hipótese pode ser testada usando-se o teste de Dickey-Fuller de raízes unitárias para a primeira diferença de Y_t . Tal teste é feito estimando-se a equação

$$\Delta Y_t = \gamma + \rho \Delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^4 \phi_j \Delta^2 Y_{t-j} + e_t, \quad (8)$$

e testando-se a hipótese de que a estatística $\tau = (\rho - 1)/se(\rho)$ é igual a zero usando os valores críticos dados em Fuller (1976, p.373). Para o PNB canadense, a estatística de teste é igual a -5,35, indicando a rejeição de uma raiz unitária na diferença da série ao nível de significância de 1%.²¹ Isto sugere que o PNB não segue o processo dado em (6) e (7), onde o *drift* da série não é constante e segue um passeio aleatório. Ou seja, a rejeição da hipótese de que o PNB canadense segue um passeio aleatório não se deveu à suposição de uma taxa de crescimento de longo prazo constante.

A fim de entender a rejeição de tal hipótese, é útil considerar diferentes períodos do crescimento econômico separadamente. Em particular, dois períodos são considerados individualmente: o primeiro engloba a depressão de 1870 e o *wheat boom*, período que vai de 1870 a 1928. O segundo se refere ao período mais recente da história econômica canadense, e se estende de 1943 a 1985. Esse último período é caracterizado por um contínuo e sustentado crescimento econômico. A estatística de Box-Pierce para ambos os períodos é apresentada na tabela 2.

Os valores na tabela 2 mostram que não é possível rejeitar a hipótese de que o PNB seguiu um passeio aleatório com *drift* constante nos dois períodos considerados, resultado que lança dúvidas sobre a conclusão de Inwood e Stengos (1991) de que o crescimento econômico canadense pode ser caracterizado por uma tendência determinística descontínua. Note-se que o primeiro subperíodo na tabela 2 (1870-1928) engloba os dois primei-

²⁰ Ver Harvey (1985, 1989, 1990).

²¹ A estatística correspondente para o teste de Phillips-Perron (1988) é -8,10. Portanto, o teste de Phillips-Perron também leva à rejeição da hipótese nula de uma raiz unitária na estrutura auto-regressiva da primeira diferença da série.

Tabela 2
Estatística de Box-Pierce

Período	Q(20)
1870-1928	10,05
1943-85	9,25

ros choques considerados por esses autores, ou seja, o *wheat boom* e a I Guerra Mundial.²²

A metodologia empregada aqui testa a nulidade *conjunta* dos coeficientes de autocorrelação da série. Contudo, caso o PNB realmente siga um passeio aleatório, os coeficientes de autocorrelação devem ser também *individualmente* iguais a zero. Sob a hipótese nula, tais autocorrelações não são serialmente correlacionadas e possuem distribuição assintótica normal, com média zero e variância $1/T$ (Box e Jenkins, 1970, p.289-90). Para o período 1870-1928, todos os 20 primeiros coeficientes de autocorrelação amostral encontram-se no intervalo de confiança $(-2T_1^{-1/2}, 2T_1^{-1/2})$, o mesmo ocorrendo para o período 1943-85, ou seja, as correspondentes autocorrelações amostrais estão contidas no intervalo de confiança $(-2T_2^{-1/2}, 2T_2^{-1/2})$ onde T_1 e T_2 são os tamanhos amostrais dos respectivos subperíodos. A tabela 3

Tabela 3
Autocorrelações amostrais

Período	$\hat{\rho}_1$	$\hat{\rho}_2$	$\hat{\rho}_3$	$\hat{\rho}_4$	$\hat{\rho}_5$	$\hat{\rho}_6$	$\hat{\rho}_7$
1870-1928	0,046	0,017	0,005	-0,038	-0,088	0,005	0,045
1929-42	0,632	0,319	0,039	-0,124	0,023	0,005	-0,021
1943-85	0,201	-0,036	0,174	-0,071	-0,070	-0,103	-0,057

²² Note-se que tais resultados referem-se ao comportamento do PNB, ao passo que as implicações dos resultados de Inwood e Stengos (1991) são sobre o comportamento da tendência do PNB. Os autores argumentam (p.279) que "if the data are characterized by a unit root, then Eq.(3) (um passeio aleatório com *drift*) best characterizes the time series." Contudo, isto não é verdade. A presença de uma raiz unitária implica um passeio aleatório (com *drift*) na tendência da série, e não na própria série. (Ver Beveridge e Nelson (1981) e Bernard e Durlauf (1991).) Considere-se, por exemplo, que uma determinada variável seja gerada de acordo com um Arima $(p,1,q)$ com $\max\{p,q\} > 0$. Essa variável possui uma raiz unitária auto-regressiva, mas não segue, no entanto, um passeio aleatório.

apresenta os sete primeiros coeficientes de autocorrelação amostral da primeira diferença do PNB para cada período. Assim, uma vez mais não é possível rejeitar a hipótese de que o PNB canadense seguiu um passeio aleatório com *drift* nos dois subperíodos considerados.

Note-se que o primeiro coeficiente de autocorrelação amostral referente ao subperíodo 1929-42 é bastante elevado e não se encontra no intervalo de confiança em torno de zero aos usuais níveis de significância.

Esses dois testes revelam que o produto canadense não apresentou qualquer comportamento cíclico em dois importantes subperíodos de seu crescimento econômico. Um terceiro teste a ser utilizado é o de Fisher, o qual é especialmente útil, uma vez que permite testar a presença de periodicidades ocultas de frequência não-especificada. A estatística de teste é dada por

$$\psi_q = \frac{\max_{1 \leq j \leq q} I(\omega_j)}{q^{-1} \sum_{j=1}^q I(\omega_j)}, \quad (9)$$

onde $\omega_j = 2\pi j/T$, $I(\cdot)$ é o periodograma de ΔY_t , definido por $I(\omega_j) = T^{-1} | \sum_t \Delta Y_t \exp \{-it\omega_j\} |^2$ e $q = (T-1)/2$. A hipótese nula para esse teste é a de que a série é um ruído branco gaussiano.²³ A estatística de Fisher foi calculada para cada período, e é apresentada na tabela 4.

Os valores na tabela 4 revelam que não é possível rejeitar a hipótese de um passeio aleatório (gaussiano) com *drift* no PNB canadense nos períodos de 1870 a 1928 e de 1943 a 1985 ao nível de significância de 5%, embora seja possível rejeitar a mesma hipótese para o período amostral completo. Ou seja, esse teste fornece os mesmos resultados obtidos anteriormente.

Embora nenhum dos testes rejeite a hipótese de um passeio aleatório no PNB do Canadá nos dois subperíodos considerados, os mesmos testes

Tabela 4
Estatística de Fisher

Período	ψ_q	Valor p
1870-1985	4,8523	0,0347
1870-1928	3,1202	0,0788
1943-85	2,7757	0,0816

²³ Para mais detalhes sobre esse teste, ver Bloomfield (1976, p. 110-3) e Brockwell e Davis (1991, cap.10).

apontam no sentido da rejeição da mesma hipótese para o período completo. Isso ocorre porque o comportamento do PNB entre 1929 e 1942 foi completamente atípico. Como mostrado na tabela 3, os dois primeiros coeficientes de autocorrelação amostral para a diferença do PNB neste período são 0,63 e 0,32, respectivamente, o que revela um elevado grau de previsibilidade nos movimentos do produto. Os choques ocorridos neste período foram de natureza estacionária e vistos como transitórios pelos agentes econômicos. Assim, a rejeição do passeio aleatório para a série completa deveu-se à atipicidade desse período, e isso pode ser visto quando se examinam as estatísticas básicas da diferença do produto (taxa de crescimento) em cada período, como mostrado na tabela 5.

Nota-se que as taxas médias de crescimento do PNB foram aproximadamente constantes, embora o mesmo não seja verdade para a volatilidade. A taxa de crescimento no período de 1929 a 1942 possui um desvio-padrão quase duas vezes maior que o verificado para a amostra completa, e mais de três vezes maior que o desvio-padrão do último subperíodo.

Os resultados dos testes mencionados são marcadamente similares aos encontrados por Durlauf (1989, 1991a) para os EUA, embora esse autor utilize uma metodologia diferente. De acordo com Durlauf (1989, p.82), "For both the pre-Depression and postwar periods, it is impossible to reject the hypothesis that the series are random walks with drift. Over the entire sample (1870-1987), there is considerable deviation from white noise. This

Tabela 5
Taxa de crescimento anual média e desvio-padrão

Período	Taxa de crescimento anual média (%)	Desvio-padrão (%)
1870-1985	3,78	5,41
1870-1928	3,68	5,63
1929-42	3,51	9,58
1943-85	3,99	2,78

evidence, however, is generated by the presence of the Depression and the World War II years. If one believes that the 1930-45 economy is fundamentally different from the pre-Depression and postwar economy, then the evidence is consistent with the view that output innovations are permanent".

Tais resultados são consistentes com os encontrados por Cooley e Ohanian (1991), que mostraram que o único período para o qual existe evidência considerável de movimentos pró-cíclicos nos preços é o período entre as duas guerras

mundiais, em particular o período da Grande Depressão.²⁴ Tais resultados são ainda consistentes com os resultados de Plosser (1990), os quais mostraram ser muito fraca a evidência de que variações independentes na quantidade nominal de moeda operam como impulsos de ciclos econômicos.

Dessa forma, quando comparados aos resultados de Durlauf (1989), os resultados desses testes sugerem que os movimentos no PNB canadense têm mostrado um padrão similar aos do PNB norte-americano.

Em resumo, os resultados do presente artigo revelam que o PNB evoluiu de acordo com um passeio aleatório com *drift* constante em importantes subperíodos do crescimento econômico canadense. Adicionalmente, mostrou-se que para o período completo (1870-1985) o grau de persistência de inovações é aproximadamente igual ao de um passeio aleatório. Tais resultados tomados conjuntamente implicam que os movimentos e as oscilações no PNB do Canadá desde 1870 devem-se, primariamente, a uma acumulação dos efeitos dinâmicos de diversos choques econômicos. Em outras palavras, as oscilações no PNB canadense têm sido causadas por inovações, e não por ciclos.²⁵

Um comentário final diz respeito a procedimentos alternativos. Como ressaltado por um parecerista, um procedimento alternativo no que tange à identificação de movimentos cíclicos no PNB seria a utilização de modelos estruturais, como em Harvey (1985). Nesse contexto, busca-se uma decomposição da série em componentes estruturais não-observáveis, como tendência, ciclos e irregular. Contudo, a metodologia envolvida na identificação e estimação de tais modelos encontra-se sujeita a várias restrições. Em primeiro lugar, como mostrado por Newbold e Agiakloglou (1991b), modelos estruturais podem conduzir a conclusões marcadamente diferentes das obtidas através da utilização de modelos Arima. Segundo, como mostrado por Newbold (1990), tais modelos são particularmente sensíveis à agregação temporal e, muitas vezes, restringem de forma implícita o modelo tomado como o verdadeiro modelo gerador de determinado componente. Adicionalmente, e ainda de acordo com Newbold, há a dificuldade decorrente do caráter não-consensual da definição dos componentes estruturais. Por fim, há ainda a questão de se o componente cíclico deve ser visto como um componente em separado, ou se deve ser incorporado na tendência.

²⁴ Vale lembrar que movimentos pró-cíclicos nos preços constituem um dos principais argumentos para a existência de ciclos econômicos.

²⁵ Outros resultados na literatura recente têm apontado no mesmo sentido. Por exemplo, Cuddington e Urzúa (1989) mostraram que o componente cíclico no PIB real colombiano é significativamente menor quando se utiliza uma decomposição baseada em uma tendência estocástica, e Newbold e Agiakloglou (1991b) não encontraram evidência alguma de ciclos na produção industrial britânica. Além disso, como notado anteriormente, os resultados deste artigo são similares aos encontrados por Durlauf (1989, 1991a) para os EUA.

5. Comentários finais

O propósito do presente artigo foi identificar a natureza do crescimento econômico canadense desde 1870, o que foi feito através da medição do grau de persistência de inovações no PNB real de longo prazo e de testes de aleatoriedade no comportamento das taxas de crescimento dessa variável. Mostrou-se que um choque de 1% no produto modifica a previsão de longo prazo do nível do produto real na mesma magnitude. Mostrou-se, ainda, que o PNB seguiu um passeio aleatório em importantes períodos do crescimento econômico canadense.

Os resultados deste artigo conduzem a duas importantes conclusões. Primeiro, uma grande parte dos movimentos do produto no Canadá é atribuída a movimentos em uma tendência estocástica, sugerindo que os ciclos econômicos naquele país têm sido menores do que se acreditava previamente. De fato, nenhuma evidência de ciclos econômicos foi encontrada, exceto para o período 1929-42. Segundo, o comportamento do produto canadense tem sido determinado pela acumulação dos efeitos dinâmicos de diferentes choques econômicos.

Abstract

This paper analyzes the role of shocks in Canadian economic growth since 1870. It uses a nonparametric technique to evaluate the degree of persistence of an innovation in long-run GNP. It is found that a one percent shock to Canadian GNP changes the long-run forecast of this variable by approximately the same amount, which is characteristic of a random walk process. It is also shown that in important periods of Canadian economic growth, its GNP evolved as a random walk with constant drift. Indeed, with the exception of the period 1929-42, no evidence of business cycles is found. These results lead to the conclusion that movements and oscillations in Canadian GNP since 1870 have been primarily driven by accumulation of shocks rather than by cyclical movements. JEL: E32, N11, N12.

Referências bibliográficas

Aoki, M. *State space modeling of time series*. 2. ed. Berlin, Springer-Verlag, 1990.

Balke, N.S. & Fomby, T.B. Infrequent permanent shocks and the finite-sample performance of unit roots tests. *Economics Letters*, 36:269-73, 1991a.

_____ & _____. Shifting trends, segmented trends, and infrequent permanent shocks. *Journal of Monetary Economics*, 28:61-85, 1991b.

_____ & _____. *Large shocks, small shocks, and economic fluctuations: outliers in macroeconomic time series*. Federal Reserve Bank of Dallas, research paper, n. 9.101, 1991c.

Basu, P. & McLeod, D. Terms of trade fluctuations and economic growth in developing economies. *Journal of Development Economics*, 37:89-110, 1991.

Bernard, A.B. & Durlauf, S.N. Convergence of international output movements. National Bureau of Economic Research, Working paper, n. 3.717, 1991.

Beveridge, S. & Nelson, C.R. A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 7:151-74, 1981.

Blanchard, O.J. & Fischer, S. *Lectures on macroeconomics*. Cambridge, MIT Press, 1989.

_____ & Quah, D. The dynamics of aggregate demand and supply disturbances. *American Economic Review*, 79:655-73, 1989.

Bloomfield, P. *Fourier analysis of time series: an introduction*. New York, Wiley, 1976.

_____. Time series methods. In: Hinkley, D.V.; Reid, N. & Snell, E.J., ed. *Statistical theory and modelling: in honour of Sir David Cox*, FRS. London, Chapman and Hall, 1991.

Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco, Holden-Day, 1970.

_____ & Pierce, D.A. Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American Statistical Association*, 65: 1.509-26, 1970.

Brockwell, P.J. & Davis, R.A. *Time series: theory and methods*. 2. ed. New York, Springer-Verlag, 1991.

Campbell, J. Y. & Mankiw, N.G. International evidence on the persistence of economic fluctuations. *Journal of Monetary Economics*, 23:319-33, 1989.

Cochrane, J.H. How big is the random walk in GNP? *Journal of Political Economy*, 96:893-920, 1988a.

_____. Multivariate estimates of the permanent components of GNP and stock prices. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12:255-96, 1988b.

_____. A critique of the application of unit roots tests. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 15:275-84, 1991.

Cogley, T. International evidence on the size of the random walk in output. *Journal of Political Economy*, 98:501-18, 1990.

Cooley, T.F. & Ohanian, L.E. The cyclical behavior of prices. *Journal of Monetary Economics*, 28:25-60, 1991.

Cordeiro, G.M. & Cribari Neto, F. On some pitfalls in the use of econometric techniques. Pimes/UFPE. Texto para discussão, n. 249, 1991.

Crafts, N.F.R. & Mills, T.C. Trends in real wages in Britain 1750-1913. Department of Economics, University of Warwick, Research paper, n. 371, 1991.

Cribari Neto, F. A teoria da renda permanente e os movimentos estocásticos do consumo. *Revista de Econometria*, 9:61-88, 1989.

_____. O comportamento estocástico do produto no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 20:381-402, 1990.

_____. Persistence of innovations and economic policy: the Brazilian experience. Bureau of Economic and Business Research, University of Illinois at Urbana-champaign, Faculty Working paper, n. 91-0128, 1991.

_____. Persistência de inovações e política econômica: a experiência do II PND. *Revista Brasileira de Economia*, 46(3):413-28, jul./set. 1992.

Cuddington, J.T. & Urzúa, C.M. Trends and cycles in Colombia's real GDP and fiscal deficit. *Journal of Development Economics*, 30:325-43, 1989.

Dickey, D.A. & Fuller, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with autoregressive errors. *Journal of the American Economic Association*, 74:427-31, 1979.

Diebold, F.X. & Nerlove, M. Unit roots in economic time series: a selective survey. In: Fomby, T.B. & Rhodes, Jr., G.R. ed. *Advances in econometrics*. Greenwich, Jai Press, 1990. v. 8: *Co-integration, spurious regression and unit roots*.

Durlauf, S.N. Output persistence, economic structure, and the choice of stabilization policy. In: Brainard, W.C. & Perry, G.L. ed. *Brookings papers on economic activity*. 2. Washington, D.C., The Brookings Institution, 1989.

_____. *Time series properties of aggregate output fluctuations*. Department of Economics, Stanford University, 1991a. mimeogr.

_____. Multiple equilibria and persistence in aggregate fluctuations. National Bureau of Economic research, Working paper, n. 3.629, 1991b.

Fuller, W.A. *Introduction to statistical time series*. New York, Wiley, 1976.

Green, A. G. & Urquart, M.C. New estimates of output growth in Canada: measurement and interpretation. In: McCalla, D. ed. *Perspectives on Canadian economic history*. Toronto, Copp Clark Pitman, 1987.

Harvey, A. C. Trends and cycles in macroeconomic time series. *Journal of Business and Economic Statistics*, 3: 216-27, 1985.

_____. *Forecasting, structural time series models and the Kalman filter*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

_____. *The econometrics analysis of time series*. 2. ed. Cambridge, MA, MIT Press, 1990.

Inwood, K. & Stengos, T. Discontinuities in Canadian economic growth, 1870-1985. *Explorations in Economic History*, 28: 274-86, 1991.

Kim, M. J.; Nelson, C. R. & Startz, R. Mean reversal in stock prices? A reappraisal of the empirical evidence. *Review of Economic Studies*, 58: 41-66, 1991.

Lo, A. W. & MacKinlay, A. C. Stock market prices do not follow random walks: evidence from a simple specification test. *Review of Financial Studies*, 1: 41-66, 1988.

____ & _____. The size and power of the variance ratio test in finite samples. *Journal of Econometrics*, 40: 203-38, 1989.

Marr, W. L. & Paterson, D. G. *Canada: an economic history*. Toronto, Gage Publishing, 1980.

Nelson, C. R. & Plosser, C. I. Trends and random walks in macroeconomic time series. *Journal of Monetary Economics*, 10:139-62, 1982.

Newbold, P. Structural decomposition of time series. Department of Economics, University of Illinois, 1990. mimeogr.

____ & Agiakloglou, C. U. S. common stock prices, 1871-1970: playing with dummies. Department of Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1991a. mimeogr.

____ & _____. Looking for evolving rates and cycles in British industrial production, 1700-1913. *Journal of the Royal Statistical Society*, 154:341-8, 1991b.

Perron, P. The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57: 1361-1401, 1989.

Phillips, P. C. B. & Perron, P. Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75: 335-46, 1988.

Plosser, C. I. Money and business cycles: a real business cycle interpretation. National Bureau of Economic Research, Working paper, n. 3.221, 1990.

Raj, B. Do macroeconomic time series have a stochastic or deterministic trend? Evidence from systems approach. In: Berk, K. & Malone, L., ed. *Proceedings of the 21st symposium on the interface*. Orlando, American Statistical Association, 1989.

Sampson, M. The effect of parameter uncertainty on forecast variances and confidence intervals for unit root and trend stationary time-series models. *Journal of Applied Econometrics*, 6: 67-76, 1991.

Urquhart, M. C. Canadian economic growth 1870-1980. Queen's University, Institute for Economic Research, Discussion paper, n. 734, 1988.