

6 Análise econométrica

6.1 Modelo econométrico

A hipótese que se deseja verificar refere-se às ações de metrologia legal (no Brasil, a cargo do INMETRO) voltadas à padronização de produtos essenciais de primeira necessidade (e.g.: açúcar). Mais especificamente deseja-se avaliar o impacto da padronização desse produto nos níveis de produção e, conseqüentemente, podendo-se inferir seu impacto no bem-estar dos consumidores. Importante observar que o estudo do impacto da padronização deste tipo de produto pré-medido (volumes e pesos pré-medidos) levam em consideração o controle metrologico imposto pelo órgão competente para a produção e padronização deste produto.

A hipótese de trabalho foi testada por meio da inferência estatística aplicada aos modelos econométricos estimados, tendo sido adotado o modelo ARIMAX:

$$\Delta y_t = c + \gamma_1 PAD_t + \gamma_2 (PAD_t * \Delta y_{t-1}) + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-1} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t \quad (6-1)$$

Esta forma funcional corresponde a um modelo da família de métodos econométricos $ARIMAX(p, 1, 1)$. Neste caso, deseja-se estudar o comportamento dinâmico das séries de produção de açúcar por meio desse modelo $ARIMAX(p, 1, 1)$. Note-se que um modelo ARIMAX é um modelo ARIMA donde são incluídas variáveis explicativas exógenas.

Considerando que a primeira diferença de y_t , $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$, assume uma estrutura auto-regressiva, i.e., depende dos seus valores passados. O termo $MA(1)$, $\theta_1 \epsilon_{t-1}$, é utilizado para se obter um modelo mais parcimonioso, i.e., um modelo com poucos parâmetros a serem estimados.

Como um Colorário do Teorema de Wold sabe-se que todo processo estacionário pode ser aproximado pela soma de dois componentes: um componente auto-regressivo de ordem p , $AR(p)$, e uma media móvel de ordem infinito. Portanto, se tem-se uma serie temporal que segue um processo auto-regressivo de

ordem r , $AR(r)$, sempre é possível a aproximar por um processo $ARMA(p,1)$. Onde $(p + 1) < r$.

A variável PAD_t é de natureza dummy, ou seja, uma variável fictícia. Uma variável dummy é uma variável dicotômica, i.e., somente assume valores 0 ou 1 (nulo ou unidade). PAD_t assume o valor 1 a partir do período no qual a padronização é implementada, e assume valor 0 (zero) antes da implementação da padronização propriamente dita.

6.2

Descrição dos dados

Para a análise do impacto da padronização de tipo de um produto pré-medido, os seguintes dados foram utilizados:

- **Produção de Açúcar:** Série mensal de produção de açúcar em termos reais. Série coletada pelo IBGE. A série esta na forma de índice considerado na base 100 para representar o valor médio mensal de 2002.
- **PIB Industrial:** Calculado a partir da série trimestral do produto interno bruto (PIB) industrial, coletada pelo IBGE.
- **Padronização:** Variável dummy (fictícia) gerada para capturar o efeito da padronização. A variável padronização é uma variável dicotômica (ou seja, assume o valor zero ou unitário). Nos meses anteriores à padronização a variável padronização assume valor zero, e nos períodos a partir dos quais a padronização é efetiva, a variável padronização assume o valor unitário.

6.3

Prova de hipótese de Dickey-Fuller de raiz unitária

Conforme já explicado (c.f. Capítulo 5 da dissertação) quando pretende-se utilizar um modelo econométrico de séries temporais para testar alguma proposição, torna-se condição necessária que a série temporal que se deseja analisar seja pelo menos estacionaria no sentido fraco (ou seja, que para os dois primeiros momentos da série (o valor médio, a variância e a covariância não sejam dependentes do tempo).

Para testar a estacionariedade das séries que serão utilizadas na análise do impacto da padronização sobre o comportamento da produção de açúcar, utilizou-se o Teste de Hipótese de Dickey-Fuller, na sua versão expandida.

O Teste de Dickey-Fuller contrasta a hipótese nula de existência de raiz unitária (não estacionariedade) contra a hipótese alternativa de estacionariedade, exibindo uma tendência linear com intercepto.

Observe que se uma série é não estacionária, então não é possível fazer nenhum tipo de inferência sobre o comportamento desta. Portanto nesses casos não é possível analisar o impacto da padronização sobre o comportamento da produção de açúcar.

Tabela 6.1: Teste expandido de Dickey-Fuller na produção de açúcar

ADF Test Statistic	-2.457104	1% Critical Value*	-4.0119	
		5% Critical Value	-3.4357	
		10% Critical Value	-3.1416	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PROD_ACU)				
Method: Least Squares				
Date: 10/22/07 Time: 11:58				
Sample(adjusted): 1992:02 2006:12				
Included observations: 179 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PROD_ACU(-1)	-0.267011	0.108669	-2.457104	0.0150
D(PROD_ACU(-1))	-0.001864	0.122317	-0.015241	0.9879
D(PROD_ACU(-2))	-0.076478	0.120674	-0.633756	0.5271
D(PROD_ACU(-3))	-0.042809	0.112990	-0.378869	0.7053
D(PROD_ACU(-4))	-0.147506	0.107760	-1.368834	0.1729
D(PROD_ACU(-5))	-0.119248	0.103058	-1.157104	0.2489
D(PROD_ACU(-6))	-0.316002	0.096848	-3.262864	0.0013
D(PROD_ACU(-7))	-0.265455	0.088188	-3.010100	0.0030
D(PROD_ACU(-8))	-0.181487	0.088640	-2.047470	0.0422
D(PROD_ACU(-9))	-0.194210	0.083552	-2.324424	0.0213
D(PROD_ACU(-10))	-0.306521	0.081141	-3.777644	0.0002
D(PROD_ACU(-11))	-0.069995	0.080275	-0.871934	0.3845
D(PROD_ACU(-12))	0.352088	0.078149	4.505375	0.0000
C	10.41943	4.470268	2.330829	0.0210
@TREND(1991:01)	0.098536	0.041715	2.362143	0.0193
R-squared	0.812146	Mean dependent var	0.004294	
Adjusted R-squared	0.796110	S.D. dependent var	26.64686	
S.E. of regression	12.03218	Akaike info criterion	7.893124	
Sum squared resid	23742.82	Schwarz criterion	8.160224	
Log likelihood	-691.4346	F-statistic	50.64420	
Durbin-Watson stat	2.024473	Prob(F-statistic)	0.000000	

O resultado do teste é mostrado na Tabela 6.1. O valor do parâmetro estatístico teste ADF assume o valor negativo 2,46 (i.e. -2,46), o qual comparado com os valores críticos conduz à aceitação da hipótese nula de existência de raiz unitária e, por conseguinte, a aceitar a hipótese de que a série de produção de açúcar é não estacionária.

Dado que a série de produção de açúcar é não estacionária, então faz-

se necessário necessário diferenciar a série para torná-la estacionária ($\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$).

6.4

Modelo estimado na forma reduzida para a produção de açúcar

Dentre as alternativas estimadas do modelo estudado, para um mesmo intervalo de confiança da previsão do ganho na produção (fixado em 95%), o trabalho considerou dois cenários distintos:

- **Cenário 1**, que considera previsões associadas à média do intervalo de confiança e
- **Cenário 2**, associado ao limite inferior do intervalo do mesmo intervalo de confiança (95%).

O cenário 1 mostrou-se expressivamente menos conservador e, por essa razão não foi incluído na redação final da dissertação uma vez que ao cenário mais conservador já é suficiente para elucidar o impacto positivo da padronização na produção, e por conseguinte, no bem-estar social, objeto central da presente pesquisa de mestrado. Entretanto, importante mencionar que todas as alternativas de modelos investigados pertencem à família *ARIMAX*[$p, 1, 1$]; i.e.: modelos de ordem auto-regressivo p , integrados de ordem 1 e com processo de média móvel de ordem 1. Dentre as alternativas consideradas, a versão mais adequada com base em critérios econométricos, estatísticos e econômicos, encontra-se representado na Tabela 6.2.

Note-se que para corrigir a estacionalidade da série de produção de açúcar foi necessário introduzir um termo autorregressivo de ordem 12 na primeira diferença da série de produção de açúcar.

Tal como foi feito um teste de existência de raiz unitária (não estacionariedade) sobre a série temporal de produção de açúcar, também foi aplicado o teste para se avaliar a estacionariedade da série produção industrial. Dado que as séries de produção de açúcar e produção industrial revelaram-se não estacionárias, então, no modelo estimado, utilizou-se a primeira diferença de ambas as séries ($\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$).

Uma vez estimados os parâmetros do modelo, simulou-se qual teria sido a trajetória da produção de açúcar no caso em que este não tivesse implementado a padronização de tipo pré-medido na sua comercialização. Para fazer a simulação deve-se manter fixos os parâmetros estimados do modelo e calcular qual seria a variação da produção de açúcar quando a variável PAD toma valor zero em toda a amostra. Note-se que estabelecer que a variável PAD

Tabela 6.2: Melhor modelo $ARIMAX(p,1,1)$ para a série temporal de produção de açúcar

Dependent Variable: D(PROD_ACU)				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 1992:02 2006:12				
Included observations: 179 after adjusting endpoints				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.116290	1.069231	-0.108761	0.9135
D(PIB_IND(-1))	0.510408	0.279888	1.823612	0.0499
D(PROD_ACU(-12))	0.822349	0.057971	14.18561	0.0000
D(PROD_ACU(-1))*PAD	0.068186	0.051602	1.321384	0.0881
R-squared	0.717849	Mean dependent var		0.004294
Adjusted R-squared	0.713012	S.D. dependent var		26.64686
S.E. of regression	14.27507	Akaike info criterion		8.176999
Sum squared resid	35661.07	Schwarz criterion		8.248225
Log likelihood	-727.8414	Hannan-Quinn criter.		2.286569
F-statistic	0.000000			

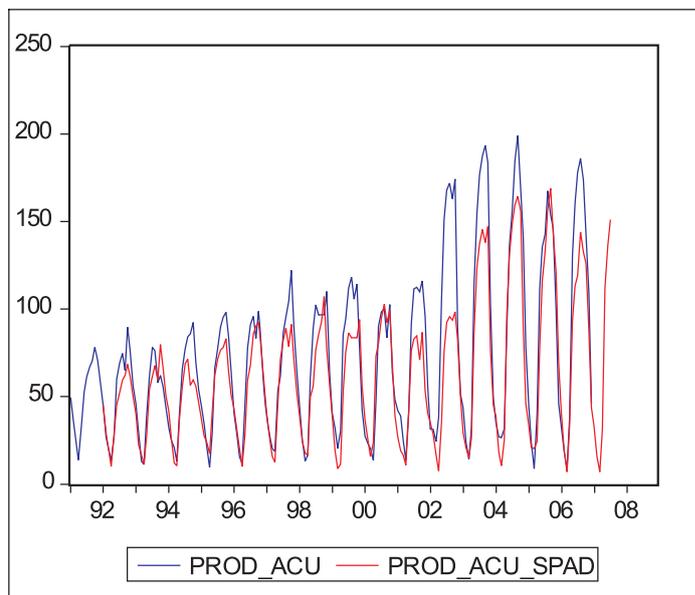


Figura 6.1: Produção mensal de açúcar efetivamente observada e simulada (jan-1992 a dez-2006). Fonte: Elaboração própria.

toma valor zero em toda a amostra equivale a supor que nunca se implementou a padronização no setor açucareiro.

As trajetórias efetivamente observadas na produção de açúcar e na simulação desenvolvida são apresentadas na Figura 6.1.

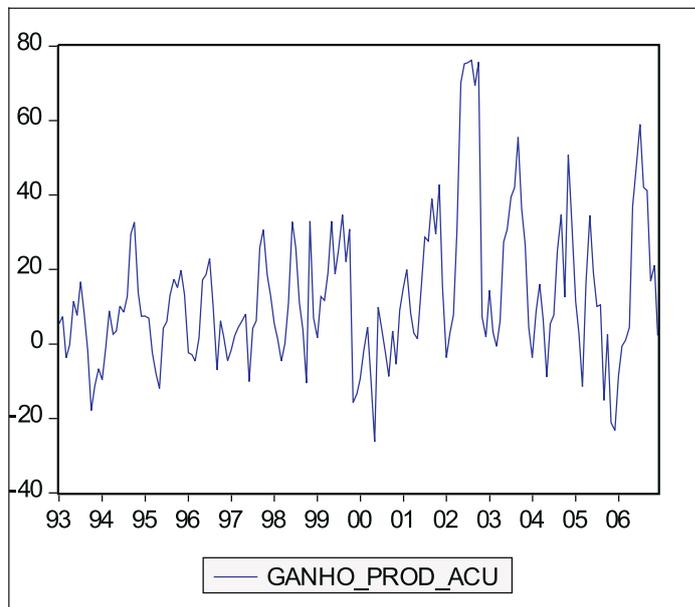


Figura 6.2: Ganho na produção de mensal de açúcar derivada da implementação da padronização (jan-1993 a dez-2006). Fonte: Elaboração própria.

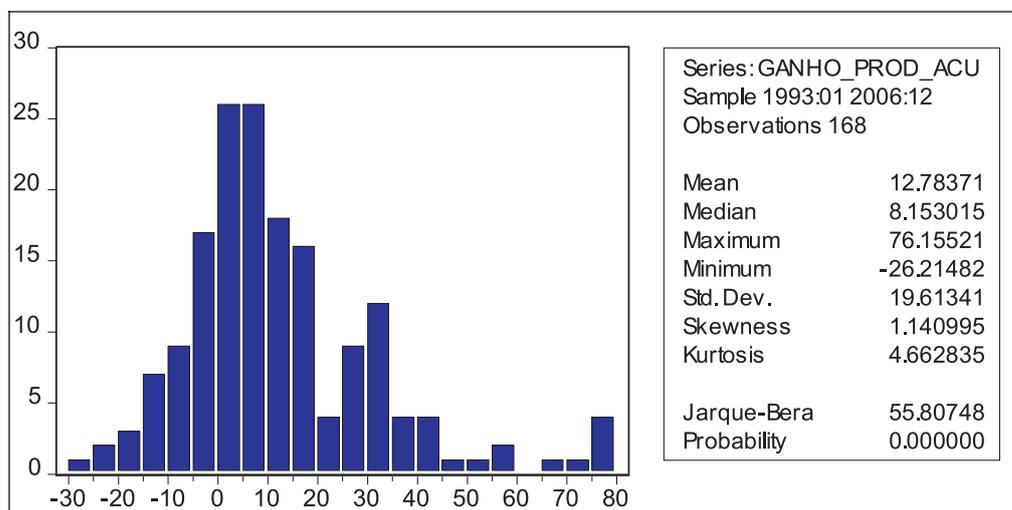


Figura 6.3: Principais estatísticas descritivas do ganho na produção mensal de açúcar resultante da implementação da padronização (jan-1993 a dez-2006).Fonte: Elaboração própria.

A diferença entre os níveis de produção mensal de açúcar observado e simulado são apresentados na Figura 6.2. Note-se que esta diferença pode ser

interpretada como o ganho na produção de açúcar resultante da implementação da padronização.

Os principais parâmetros estatísticos descritivos do ganho na produção mensal de açúcar são apresentadas na Figura 6.3.

A partir dos parâmetros estatísticos descritivos dos ganhos na produção de açúcar como consequência da implementação da padronização é possível desenvolver análises e tirar conclusões. Por exemplo, foi possível concluir que desde a implementação da padronização a produção de açúcar mensal aumentou em média 1,28% do valor da produção média mensal do ano 2002.