



Bruno de Paula Baltar

**Análise Temporal dos Preços da Commodity Cobre
Usando o Modelo Box & Jenkins**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Marcelo Cabus Klotzle

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2009



Bruno de Paula Baltar

**Análise Temporal dos Preços da Commodity Cobre
Usando o Modelo Box & Jenkins**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marcelo Cabus Klotzle

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Luis Fernando Hor-Meyll Álvares

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof^a. Katia Rocha

IPEA

Prof. Nizar Messari

Vice-Decano de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 5 de fevereiro de 2009

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Bruno de Paula Baltar

Ficha Catalográfica

Baltar, Bruno de Paula

Análise temporal dos preços da commodity cobre usando o modelo Box & Jenkins / Bruno de Paula Baltar ; orientador: Marcelo Cabus Klotzle. – 2009.

63 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Administração)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Cobre. 3. Previsão de preço. 4. Séries temporais. I. Klotzle, Marcelo Cabus. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Resumo

Baltar, Bruno de Paula; Klotzle, Marcelo Cabus. **Análise temporal dos Preços da Commodity Cobre usando o Modelo Box & Jenkins**. Rio de Janeiro, 2008. 63p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração de Empresas. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Essa dissertação aborda o comportamento da série de preços de uma commodity. Busca-se nessa pesquisa aplicar o modelo Box & Jenkins e verificar se este influencia a série de preços da commodity cobre. O estudo inicia-se com um histórico sobre esse mineral, posteriormente resgata-se a evolução dos trabalhos sobre esse tema e descreve-se detalhadamente esse modelo estatístico. Complementarmente ao estudo teórico, foi analisada uma série histórica de retornos de preços da commodity cobre com 19 anos de observações diárias do período entre 1990 e 2008, aplicando-se a metodologia Box & Jenkins. Foram realizados testes para normalidade, estacionaridade e auto-correlação, escolhendo-se os melhores modelos a serem utilizados. Ao final, conclui-se que os retornos da série de preços são influenciados pelos seus retornos passados, entretanto, baseando-se apenas nessa variável, o seu modelo de previsão a curto prazo tem performance apenas razoável.

Palavras-chave:

Cobre; previsão de preço; séries temporais.

Abstract

Baltar, Bruno de Paula; Klotzle, Marcelo Cabus (Advisor). **Temporal Analysis of Commodity Copper Price's Using the Box & Jenkins Model.** Rio de Janeiro, 2008. 63p. MSc. Dissertation - Departamento de Administração de Empresas. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This paper studies the behavior of copper prices following the Box & Jenkins model. The dissertation aims to test the validity of this model in explaining the behavior of this commodity. Copper presents one of the most liquid contract among commodities which may increase the information within its price dynamics. This paper is structured as follows: the first section presents a brief historic evolution of copper prices; the second presents relevant previous papers on this matter; the third presents a deep description of the model used and; the fourth, the conclusion. The data set comprises 19 years of daily prices, between 1990 and 2008. Tests for normality, estacionarity and auto-correlation had been carried through, identifying the best models to be used. The paper concludes that past copper price returns partially explain the series future behavior. However, short term forecasting based only on this variable posts just modest performance.

Keywords

Copper; prices forecasting; temporal series.

Sumário

1. Introdução	09
1.1. Justificativa e Motivação	09
1.2. Objetivo	09
1.3. Limitações do Estudo	10
1.4. Estrutura da Dissertação	10
2. Referencial Teórico	12
2.1. O Mercado de Cobre	12
2.1.1. Aspectos Gerais	12
2.1.2. Mercado Brasileiro de Cobre	13
2.1.3. Análise Histórica de Eventos que Influenciaram o Preço do Cobre	17
2.2. Pesquisas	19
3. Metodologia	24
3.1. Tipo de Pesquisa	24
3.2. Os Dados	25
3.3. Teste de Normalidade	26
3.4. Teste de Estacionaridade	27
3.5. Metodologia Box & Jenkins	28
3.5.1. Identificação do Modelo	31
3.5.2. Estimacão dos Parâmetros	36
3.5.3. Validação do Modelo	36
3.5.4. Previsão	37
3.6. Ferramentas Utilizadas	38
4. Resultados	39
4.1. Escolha da Metodologia Box & Jenkins	39
4.2. Normalidade	39
4.3. Estacionaridade	41
4.4. Auto-correlação	42
4.5. Escolha da Melhor Equação de Regressão	44
4.6. Box & Jenkins como Modelo de Previsão	48
5. Conclusões	50
5.1. Considerações Finais	50
5.2. Trabalhos Futuros	51
6. Bibliografia	52
7. Anexos	57
7.1. Série de Dados	57
7.2. Roteiros dos Testes Estatísticos Realizados no Eviews 5.0	58
7.3. Resultado Completo das Regressões	59
7.4. Gráficos das Previsões para Modelos ARIMA	62

Lista de tabelas

Tabela 1 – Reserva e Produção Mundial de Cobre	15
Tabela 2 – Principais Estatísticas de Cobre do Brasil	16
Tabela 3 – Comportamento da FAC e da FACP nos Modelos AR, MA, ARMA	32
Tabela 4 – Valores de AIC e R_{aj}^2 para os Diferentes Modelos	46
Tabela 5 – MAPE de cada Modelo de Regressão	48
Tabela 6 – Valores de Previsão x Valores Reais dos Modelos ARIMA	49
Tabela 7 – Dados Utilizados	57

Lista de figuras

Figura 1 – Preço do Cobre	13
Figura 2 – Log (retornos diários do preço de cobre)	26
Figura 3 – Fluxograma da Metodologia Box & Jenkins	30
Figura 4 – Exemplo 1 de FAC e FACP do AR(1)	33
Figura 5 – Exemplo 2 de FAC e FACP do AR(1)	33
Figura 6 – Exemplo 1 de FAC e FACP do MA(1)	34
Figura 7 – Exemplo 2 de FAC e FACP do MA(1)	34
Figura 8 – Exemplo 1 de FAC e FACP do ARMA(1,1)	35
Figura 9 – Exemplo 2 de FAC e FACP do ARMA(1,1)	35
Figura 10 – Histograma dos Preços da Commodity Cobre	40
Figura 11 – Histograma do Log dos Retornos Diários dos Preços do Cobre	40
Figura 12 – Teste Aumentado de Dickey-Fuller para a Série Ln dos Preços da Commodity Cobre	41
Figura 13 – Teste de Ljung-Box	43
Figura 14 – Correlograma da Primeira Derivada	45
Figura 15 – Correlograma dos Resíduos	47
Figura 16 – AR (1)	59
Figura 17 – MA (1)	59
Figura 18 – ARIMA (1,1)	60
Figura 19 – ARIMA (1,1,0)_	60
Figura 20 – ARIMA (0,1,1)	61
Figura 21 – ARIMA (1,1,1)	61
Figura 22 – Previsão ARIMA (1,1,0)	62
Figura 23 – Previsão ARIMA (0,1,1)	62
Figura 24 – Previsão ARIMA (1,1,1)	63