



Cristiane Batista Rodrigues

**Um Estudo sobre o Comportamento dos Preços da Soja no
Mercado Brasileiro: Uma Abordagem pelo Método de
Reversão à Média com Saltos**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Carlos Patrício Samanez

Rio de Janeiro

Maio de 2009



Cristiane Batista Rodrigues

**Um Estudo sobre o Comportamento dos Preços da Soja
no Mercado Brasileiro: Uma Abordagem pelo Método de
Reversão à Média com Saltos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Carlos Patrício Samanez

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Paulo Henrique Soto

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Paulo Teixeira

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 29 de maio de 2009

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

Cristiane Batista Rodrigues

Graduou-se em Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 2006. Concluiu o curso de Mestrado em Engenharia de Produção na PUC-Rio, com ênfase em Finanças e Análise de Investimentos em 2009.

Ficha Catalográfica

Rodrigues, Cristiane Batista

Um estudo sobre o comportamento dos preços da soja no mercado brasileiro: uma abordagem pelo método de reversão à média com saltos / Cristiane Batista Rodrigues ; orientador: Carlos Patrício Samanez. – 2009.

61 f.; 30 cm

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

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Processos estocásticos. 3. Commodities agrícolas. 4. Difusão de saltos. 5. Efeito ARCH. 6. Efeito GARCH. 7. Reversão à média. I. Samanez, Carlos Patrício. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Aos meus Pais.

Agradecimentos

Aos meus pais, pelo carinho e amor dedicados a mim, e principalmente, por estarem ao meu lado sempre, em todos os momentos da minha vida.

A CAPES pelo auxílio financeiro.

Resumo

Rodrigues, Cristiane Batista; Samanez, Carlos Patrício (Orientador). **Um Estudo sobre o comportamento dos Preços da Soja No Mercado Brasileiro – Uma Abordagem pelo Método de Reversão à Média com Saltos**. Rio de Janeiro, 2009. 61p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O Brasil tem mostrado bons resultados em suas atividades agropecuárias que vem sendo justificado por suas condições naturais propícias e ao advento da tecnologia agrícola. O agronegócio no Brasil já representa, aproximadamente, 33% do Produto Interno Bruto do país (MAPA, 2007) e em se tratando da soja, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com 6,77% das exportações totais do país (CONAB, 2007). Dentro do contexto de agronegócios, a atividade produtora da soja está sujeita a diversos riscos e incertezas como: condições climáticas, ciclo produtivo, produto altamente perecível e pragas, além das condições econômicas de mercado que influenciam diretamente no preço dessa *commodity*. Na tentativa de minimizar as incertezas e os riscos inerentes dessa atividade produtora é comum encontramos operações de *hedge*, como os contratos futuros ou a termo, associado às atividades de agronegócio. A lógica desses mecanismos de *hedge* consiste na proteção contra as possíveis variações no preço dos ativos até uma data definida. O bom funcionamento dessas operações depende de um aparato jurídico e metodológico confiável. Um aparato jurídico que possa garantir a liquidez da mercadoria dentro de padrões previamente definidos em contratos, e uma metodologia adequada que conduza, principalmente, a um preço confiável da *commodity* no futuro. Deste modo, o objetivo principal deste trabalho é analisar, a partir de uma série histórica, o comportamento dos preços da soja no mercado brasileiro e testar sua aderência ao processo de reversão à média com saltos, bem como testar os efeitos ARCH e GARCH na volatilidade deste processo.

Palavras-chaves

Processos estocásticos; commodities agrícolas, difusão de saltos; efeito ARCH; efeito GARCH; reversão à média.

Abstract

Rodrigues, Cristiane Batista; Samanez, Carlos Patrício (Advisor). **A Study on the behavior of the prices of soybean in Brazil - An Approach to the Method of Mean Reversion with jumps**. Rio de Janeiro, 2009. 61p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Brazil has shown good results in their agricultural activities, which is justified by its favorable natural conditions and the advent of agricultural technology. The agribusiness in Brazil already represents approximately 33% of Gross Domestic Product of the country (MAPA, 2007) and in the case of soybeans, Brazil is the second largest soybean producer in the world, with 6.77% of total exports of country (CONAB, 2007). Within the context of agribusiness, the activity of soybean production is subject to various risks and uncertainties such as climatic conditions, production cycle, product highly perishable and pests, and economic conditions of the market, which directly influence the price of that commodity. In an attempt to minimize the uncertainties and risks inherent in producing such activity is common to find hedging transactions such as futures contracts or term associated with the activities of agribusiness. The logic of these mechanisms is the hedge of protection against possible changes in the price of assets by a date set. The functioning of these operations depends on a reliable legal and methodological apparatus. A legal apparatus that can ensure the liquidity of the goods within predefined standards in contracts, and an appropriate methodology that will lead, especially at a price reliable commodity in the future. The purpose of this study is to analyze, from a historical series, the behavior of the prices of soybean in the Brazilian market, and test their adherence to the process of reversion to the mean with jumps as well as test the ARCH and GARCH effects in volatility of this process.

Keywords

Stochastic processes, agricultural commodities, distribution of jumps; ARCH effect; GARCH effect; reversion to the mean.

Sumário

1. Introdução	12
1.1. Descrição do Mercado Brasileiro de Commodity	12
2. Conceitos Básicos	19
2.1. Alguns Conceitos Básicos de Mercado Futuro	19
2.2. Convergência do Preço Futuro para o Preço à Vista	21
2.3. Relação entre Preços à Vista e Preços Futuros	22
2.4. Processos Estocásticos	25
2.5. Modelos de Previsão ARCH e GARCH	36
2.5.1. <i>Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i> (ARCH)	38
2.5.2. <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i> (GARCH)	40
3. Dados e metodologia	41
3.1. Apresentação de Dados	41
3.2. Aplicação dos Modelos	46
3.2.1. Modelo Gaussiano puro (MRM puro)	48
3.2.2. Modelo de Poisson –Gaussiano (MRM com saltos)	48
3.2.3. Modelo Gaussiano puro ARCH	48
3.2.4. Modelo Gaussiano puro GARCH	49
4. Resultados e Discussões	50
4.1. Resultados e Discussões	50
4.2. Modelo Gaussiano puro (MRM puro)	50
4.3. Modelo de Poisson –Gaussiano (MRM com saltos)	52
4.4. Modelo Gaussiano puro ARCH	54
4.5. Modelo Gaussiano puro GARCH	55
5. Conclusão	58
Referencia bibliográfica	60

Lista de figuras

Figura 1.1 – Série de Preço da Soja Paraná.	37
Figura 3.1 – Série histórica do logaritmo dos Preços Mensais da Soja.	42
Figura 3.2 – Histograma 1 da série histórica do logaritmo dos preços mensais da soja.	43
Figura 3.3: Histograma 2 da série histórica do logaritmo dos preços mensais da soja.	45
Figura 4.1: Gráfico dos Dados da pesquisa x Dados obtidos pelos parâmetros do modelo Gaussiano Puro.	51
Figura 4.2: Gráfico dos Dados da pesquisa x Dados obtidos pelos parâmetros do modelo Gaussiano Puro.	51
Figura 4.3: Gráfico dos Dados da pesquisa x Dados obtidos pelos parâmetros do modelo Poisson–Gaussiano.	53
Figura 4.4: Gráfico dos Dados da pesquisa x Dados obtidos pelos parâmetros do modelo Gaussiano puro (ARCH).	54
Figura 4.5: Gráfico dos Dados da pesquisa x Dados obtidos pelos parâmetros do modelo Gaussiano puro (GARCH).	56

Lista de tabelas

Tabela 3.1: Estatísticas Descritivas	43
Tabela 3.2: Teste de Normalidade	44
Tabela 3.3: Teste ADF	45
Tabela 3.4: Resultados do teste de Autocorrelação	46
Tabela 4.1: Parâmetros estimados do modelo Gaussiano Puro	50
Tabela 4.2: Tabela Anova Ln(P) x MRM Puro	52
Tabela 4.4: Tabela Anova Ln(P) x Poisson Gaussiano	52
Tabela 4.3: Parâmetros estimados do modelo Poisson –Gaussiano	53
Tabela 4.5: Parâmetros estimados do modelo Gaussiano puro (ARCH)	54
Tabela 4.6: Tabela Anova Ln(P) x Gaussiano puro (ARCH)	55
Tabela 4.7: Parâmetros estimados do modelo Gaussiano puro (GARCH)	55
Tabela 4.8: Tabela Anova Ln(P) x Gaussiano puro (GARCH)	56
Tabela 4.9: Tabela de Aderência dos Testes	57
Tabela 5.1: Tabela dos Parâmetros estimados	59

Lista de Abreviaturas e de Siglas

MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
BM&F	Bolsa de Mercadoria & Futuros
CBOT	<i>Chicago Board of Trade</i>
ARCH	<i>Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>
GARCH	<i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>
ARMA	Modelo Auto-Regressivo de Média Móvel
MRM	Movimento de Reversão à Média
MGM	Movimento Geométrico Browniano
MBG	Movimento Browniano Generalizado
MAB	Movimento Aritmético Browniano
OIC	Organização internacional do Café
ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de óleos Vegetais