

# Formação do preço de fertilizantes em Mato Grosso<sup>1,2</sup>

João Bosco Lima Beraldo<sup>3</sup>  
Margarida Garcia de Figueiredo<sup>4</sup>

**Resumo** – Os fertilizantes respondem por mais de 40% do custo total de produção de soja e de milho em Mato Grosso. Este artigo procura responder como ocorre a formação do preço dos fertilizantes usados no estado, em especial na cultura da soja, e seu objetivo principal foi investigar a influência dos preços da matéria-prima importada, das commodities agrícolas, como soja e milho, e da cotação do petróleo sobre os preços dos adubos Superfosfato simples (SSP) e Superfosfato triplo (TSP). A metodologia usada é a Análise de Regressão Linear Múltipla, e os parâmetros foram estimados pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários. Os resultados revelam que os preços da matéria-prima internacional e da soja, além da cotação do petróleo, exercem influência na formação do preço do SSP e do TSP em Mato Grosso.

**Palavras-chave:** commodities, fosfatado, Mínimos Quadrados Ordinários.

## Price formation of fertilizers in the state of Mato Grosso

**Abstract** – Fertilizers represent more than 40% of the total cost of production of soybeans and corn in Mato Grosso (MT), which confirms the importance of this input for crops in the State. This article seeks to answer how the formation of the price of fertilizers used in Mato Grosso state, in particular the culture of soy, and had the main objective of investigating the influence of the prices of imported raw materials, agricultural commodities, such as soybeans and corn, and the price of oil, on the prices of Super Simple Phosphate - SSP and Super Triple Phosphate - TSP in Mato Grosso. The methodology used was Multiple Linear Regression analysis, and the parameters were estimated by Ordinary Least Squares. The results revealed that prices of international raw material, soybean, as well as the price of oil, influence on price formation of the SSP and TSP in Mato Grosso.

**Keywords:** commodities, phosphated, Ordinary Least Squares.

<sup>1</sup> Original recebido em 23/9/2015 e aprovado em 30/5/2016.

<sup>2</sup> Os autores agradecem a Paulo Moraes Ozaki, gestor de projetos do Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (Imea), o fornecimento dos dados referentes à série histórica de preços de fertilizantes em Mato Grosso.

<sup>3</sup> Administrador, mestrando em Agronegócio e Desenvolvimento Regional, professor de administração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT). E-mail: joao.beraldo@vgd.ifmt.edu.br

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Economia, professora da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso FE/UFMT. E-mail: mgfiguei@gmail.com

## Introdução

Segundo dados da International Fertilizer Association (2014), o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes sólidos – compostos basicamente por nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) –, atrás da China, da Índia e dos EUA. Apesar de grande consumidor, o País importa aproximadamente 70% do adubo que consome, especialmente os que são fontes de K e N. Seus principais fornecedores são Rússia, China, Canadá, EUA e alguns países do leste europeu (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBO, 2014). Em 2015, o País registrou 30,2 milhões de toneladas de adubo entregues ao consumidor final, aumento de 34,2% em relação a 2009, segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubo (Anda) (2014). Mato Grosso é o maior consumidor brasileiro de fertilizante – respondeu por 18,5% do total usado no País em 2015.

As estatísticas da Anda revelam também que o crescimento do mercado de fertilizantes no estado ocorre em ritmo superior ao da média nacional. De 2009 a 2015, o aumento foi de 60% – 3,5 milhões de toneladas consumidas em 2009 e 5,6 milhões de toneladas em 2015. Nesse período, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2014), o Produto Interno Bruto (PIB) do País evoluiu 54%.

Observa-se que o principal fator responsável pelo aumento do consumo de fertilizantes no estado foi a incorporação de áreas de pastagem à agricultura, em especial na região do vale do Araguaia, no nordeste mato-grossense. Entretanto, também é possível afirmar que o aumento da área plantada com soja, milho e algodão, ocorrido em todo o estado, contribuiu para o crescimento. Durante as safras de 2012–2013 a 2014–2015, o aumento da área plantada para essas três culturas foi de 41% segundo o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea) (2014). Esse aumento poderia ser ainda maior se o preço do insumo fosse mais atrativo. A distância de Mato Grosso até os principais portos do País e as dificuldades de infraestrutura

logística fazem com que o produto chegue mais caro aos consumidores finais.

Segundo o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (2014), os fertilizantes respondem por aproximadamente 38% do custo da lavoura de soja, 28% da de algodão e 41% da de milho. Entre as possíveis razões do alto custo desse produto na produção de grãos mato-grossense, estão o preço da matéria-prima, em grande parte importada, a cotação de commodities agrícolas, como soja e milho, e o preço do petróleo no mercado internacional.

## Metodologia

Esta pesquisa procura investigar a formação do preço dos fertilizantes em Mato Grosso por meio de Regressão Linear Múltipla, via método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), conforme Graybill e Iyer (1994). A aplicação do método foi feita com o software GretL. As variáveis dependentes são os preços-base, em Rondonópolis, das matérias-primas fosfatadas Superfosfato simples (SSP) e Superfosfato triplo (TSP), que compõem grande parte das misturas de fertilizantes usadas nas lavouras de soja em Mato Grosso. As variáveis independentes são a cotação internacional do TSP, o preço médio da soja e do milho comercializados em Rondonópolis e a cotação internacional do petróleo. Os preços da soja e do milho foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI). As variáveis foram transformadas em logaritmos para que os parâmetros do modelo pudessem ser interpretados como elasticidades.

O período analisado vai de janeiro de 2009 a dezembro de 2015, e as fontes são o Imea para os preços com base em Rondonópolis, o Banco Mundial (INDEX MUNDI, 2014) para as cotações internacionais do TSP, e o CME Group (2014) para as cotações internacionais do petróleo.

Os modelos estimados apresentam o formato

$$L\_sspmt = f(L\_tspint, L\_sojamt, L\_milhomt, L\_petroleo) \quad (1)$$

e

$$L\_tspmt = f(L\_tspint, L\_sojamt, L\_milhomt, L\_petroleo) \quad (2)$$

em que  $L\_sspmt$  e  $L\_tspmt$  são os logaritmos dos preços do SSP e TSP, respectivamente, com base em Rondonópolis;  $L\_tspint$  é o logaritmo da cotação do TSP FOB<sup>5</sup> Golfo do México, em dólar;  $L\_sojamt$  e  $L\_milhomt$  são os logaritmos da média de preços, em reais, para soja e milho, em Rondonópolis;  $L\_petroleo$  é o logaritmo de cotação do petróleo WTI - Futuro - 1 Venc.

Para a regressão do preço do SSP em Mato Grosso foi usado o preço do TSP no mercado internacional, pois ambos são fonte de fósforo e não foi encontrada nenhuma fonte referente à série de cotações do SSP no exterior.

Depois de estimadas as regressões, além dos usuais testes para a verificação do suporte estatístico do modelo, foram feitos mais quatro testes de hipóteses para verificar uma possível violação das principais premissas básicas inerentes ao Modelo Clássico de Regressão Linear: teste Reset de Ramsey (detecta presença de erros de especificação no modelo), teste de White (detecta presença de heterocedasticia), teste do Multiplicador de Lagrange (detecta presença de autocorrelação) e teste de Normalidade dos Resíduos (GUJARATI, 2000).

## Análise dos resultados

### Preço do SSP

Os resultados obtidos para o preço do SSP no Mato Grosso (Tabela 1) mostram que todas as variáveis foram estatisticamente significativas a 1%, exceto o preço do milho em Rondonópolis, que não foi estatisticamente significativo. O valor do  $R^2$  ajustado mostra que pouco mais de 87% das variações no preço do SSP no estado são explicadas pelo referido modelo. Finalmente, de acordo com o teste F, o modelo foi considerado estatisticamente significativo de maneira global, a 1% de significância.

Conforme mencionado anteriormente, era esperado que o preço do milho não influenciasse de forma significativa as variações do preço do SSP, pois as lavouras de milho usam pouco fertilizante fosfatado – sua demanda maior é por N e K. Para as demais variáveis explicativas, cada 1% de aumento do preço da soja gera aumento de 0,17% no preço interno do SSP, mantendo-se as demais variáveis constantes. O SSP corresponde a mais de 50% da composição das misturas de grânulos de fertilizantes largamente usadas no cultivo da soja em Mato Grosso, o que ajuda a explicar a forte influência do preço dessa cultura sobre o preço interno do SSP. As influências dos preços do TSP no mercado internacional e do câmbio sobre o SSP em Mato Grosso também são significativas. Cada 1% de aumento do preço da tonelada do TSP no Golfo do México acarreta aumento de 0,54% no preço do SSP praticado

**Tabela 1.** MQO – observações 2009:01-2015:12 (T = 82) e variável dependente  $L\_sspmt$ .

Parâmetro	Coefficiente	Erro padrão	Razão-t	p-valor
Const	0,23	0,29	0,83	0,41
$L\_sojamt$	0,17	0,04	3,82	0,0003
$L\_milhomt$	-0,001	0,05	-0,04	0,97
$L\_tspint$	0,54	0,05	10,45	2,04e-016
$L\_petroleo$	0,39	0,03	11,20	8,00e-018

<sup>5</sup> Free On Board – o frete será pago pelo comprador, que deve fazer a retirada do produto no local designado.

em Rondonópolis. É possível atribuir essa relação ao fato de o SSP e o TSP serem fontes de fósforo. Mas há também influência do petróleo, pois tanto o SSP quanto o TSP demandam enxofre elementar – proveniente do petróleo – na sua fabricação, conforme Dias e Fernandes (2006). Assim, o aumento de 1% na cotação do dólar proporciona aumento de 0,39% no preço do SSP em Mato Grosso.

A Tabela 2 mostra que o modelo usado para formação do preço do SSP em Mato Grosso não apresentou erro de especificação, não viola a premissa básica da homocedasticidade, que seus resíduos seguem distribuição normal de probabilidades e não há autocorrelação nos erros do modelo a 1% de significância.

### Preço do TSP

Fazendo uso das mesmas variáveis independentes do modelo anterior, os resultados da regressão para preço do TSP em Mato Grosso são mostrados na Tabela 3. O valor do  $R^2$  ajustado mostra que pouco mais de 91% das variações do preço do TSP são explicadas pelo modelo e, conforme o teste F, que ele foi considerado

estatisticamente significativo a 1% de significância. Observa-se que o preço do TSP não é influenciado pelo preço do milho nem pelo da soja, ambos em Rondonópolis. No caso do milho, pode-se dizer que, como o SSP, o TSP é fonte de fósforo, nutriente que não é fortemente demandado na cultura do milho. Já a soja é altamente dependente de fósforo, mas o preço dessa commodity não é estatisticamente significativo no modelo para a formação do preço do TSP. Isso ocorre, provavelmente, porque a principal mistura de grânulos utilizada nas lavouras de soja (00.18.18) é composta por apenas 15,4% de TSP – a participação do SSP é de 54,6%.

Assim como ocorreu com o SSP, as cotações internacionais do TSP e do petróleo têm forte influência sobre os preços do TSP em Mato Grosso, ambas estatisticamente significativas a 1%. Cada 1% de aumento na cotação internacional do TSP provoca incremento de 0,60% no preço do produto em Rondonópolis. Da mesma maneira, há aumento de 0,25% no preço do adubo para cada 1% de elevação na cotação internacional do petróleo. Os possíveis motivos para esses números são os mesmos informados

**Tabela 2.** Resultados dos testes de hipóteses das premissas de MQO para o preço do SSP em Mato Grosso.

Teste	Estatística calculada	Valor p	Decisão	Conclusão
Reset	1,44	0,24	Não rejeita $H_0$	Ausência de erro de especificação
White	15,02	0,38	Não rejeita $H_0$	Ausência de heterocedasticidade
LMF ou BG	1,53	0,13	Rejeita $H_0$	Ausência de autocorrelação
Normalidade	0,72	0,69	Não rejeita $H_0$	Os erros têm distribuição normal

**Tabela 3.** MQO – observações 2009:01-2015:12 (T = 84) e variável dependente  $I\_tspmt$ .

Parâmetro	Coefficiente	Erro padrão	Razão-t	p-valor
Const	172,31	0,22	7,76	2,49e-011
$I\_sojamt$	-0,06	0,03	-1,73	0,087
$I\_milhomt$	0,06	0,04	1,51	0,13
$I\_petroleo$	0,25	0,03	9,80	2,63e-015
$I\_tspint$	0,60	0,04	14,78	1,91e-024

para justificar as relações do preço do SSP com essas mesmas variáveis.

A Tabela 4 mostra que o modelo para formação do preço do TSP em Mato Grosso não apresentou erro de especificação, não viola a premissa básica da homocedasticidade, que seus resíduos seguem distribuição normal de probabilidades e não há autocorrelação nos erros do modelo a 1% de significância.

## Conclusão

Este artigo procurou responder como ocorre a formação do preço do fertilizante fosfatado em Mato Grosso. Pode-se dizer que os preços dos fertilizantes analisados são influenciados pelas cotações da matéria-prima importada.

Para os preços das commodities soja e milho, os resultados sugerem que apenas o preço do SSP sofre influência da cotação da soja em Mato Grosso, pois é grande a demanda desse fertilizante nas lavouras da cultura. Por não depender tanto do fósforo, o preço do milho não influenciou os preços dos insumos analisados.

Os preços internacionais do petróleo influenciam os preços do SSP e do TSP na medida em que o processo de fabricação desses fertilizantes é baseado na acidulação de rocha fosfática, usando enxofre elementar, sendo este um subproduto do petróleo.

O valor de  $R^2$  ajustado, acima de 87%, e os resultados dos testes a níveis de significância de 1% estatisticamente, garantem a robustez dos

modelos. Assim, este trabalho dá subsídios para a tomada de decisão quando na fase de custeio das lavouras do estado. Ou seja, os modelos sugerem que quando as cotações de soja estão baixas, inviabilizando sua venda pelo produtor rural, o período pode ser favorável para aquisição do SSP da próxima safra e vice-versa.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: <<http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00&ver=por>>. Acesso em: 25 jul. 2014.
- CME GROUP. **Futuros (CL) de petróleo (WTI)**. Disponível em: <<http://www.cmegroup.com/pt/products/energy/light-sweet-crude-oil.html>>. Acesso em: 26 jul. 2014.
- DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n. 24, p. 97-138, set. 2006.
- GRAYBILL, F. A.; IYER, H. K. **Regression analysis: concepts and applications**. Belmont: Duxbury, 1994.
- GUJARATI, D. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Person Makron Books, 2000.
- IBGE. **Séries históricas e estatísticas**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=1&vcodigo=ST12&t=produto-interno-bruto-br-variacao-volumebrtaxa>>. Acesso em: 25 jul. 2014.
- INDEX MUNDI. **Preços das mercadorias**. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado>>. Acesso em: 26 jul. 2014.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Boletim semanal da soja**. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/site/publicacoes.php?categoria=4&subcategoria=2>>. Acesso em: 4 ago. 2014.
- INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. **Ifadata**. Disponível em: <<http://ifadata.fertilizer.org/ucSearch.aspx>>. Acesso em: 26 jul. 2014.

**Tabela 4.** Resultados dos testes de hipóteses das premissas de MQO para o preço do TSP em Mato Grosso.

Teste	Estatística calculada	Valor p	Decisão	Conclusão
Reset	2,96	0,06	Rejeita $H_0$	Ausência de erro de especificação
White	18,20	0,20	Não rejeita $H_0$	Ausência de heterocedasticidade
LMF	2,23	0,02	Rejeita $H_0$	Ausência de autocorreção
Normalidade	6,93	0,03	Rejeita $H_0$	Os erros têm distribuição normal