

PREVISÃO DO CUSTO DA PRODUÇÃO DE SOJA USANDO TÉCNICAS DE MODELAGEM COMPUTACIONAL

**João Antônio Lorençone,
IFMS Campus de Naviraí,
joao.lorencone@gmail.com**

**Pedro Antônio Lorençone,
IFMS Campus de Naviraí,
pedro.lorencone@gmail.com**

**Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido,
IFMS Campus de Naviraí,
lucas.aparecido@ifms.edu.br**

**Leucivaldo Carneiro Morais,
IFMS Campus de Naviraí,
leucivaldo.morais@ifms.edu.br**

RESUMO

A soja destaca-se no Brasil, devido sua alta produção, que advém do uso de tecnologias, essas que geram um custo ao produtor. O seu conhecimento um fator primordial para qualquer investimento, para que seja possível encontrar formas de reduzi-lo e facilitar o planejamento da lavoura. Dessa forma, fica notório a relevância de um sistema para estimar antecipadamente o custo. Assim, objetivou-se calibrar um modelo de regressão linear múltipla para previsão do custo da soja. Foram utilizados dados de custo da Conab, no período de 2014 – 2018, para os estados produtores de soja no país, sendo realizados análises caracterizando os dados e posteriormente a criação de um modelo de regressão linear múltipla. Desse modo, foi criado um modelo de regressão linear múltipla pelo método dos Mínimos Quadrados, que apresentou elevada significância ($p < 0,05$) com um erro baixo (MAPE $< 1,9\%$), podendo ser utilizado para estimar o custo de produção da cultura da soja nos estados produtores.

Palavras-chave: Regressão linear múltipla; estatística; Conab.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA



A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta oriunda da China, de comportamento primordial rasteiro e descoberta pelo Ocidente na segunda metade do século XX (EMBRAPA, 2003) sendo introduzida no Brasil em 1882, começando pela Bahia, até dominar todo país. Ela se espalhou com facilidade devido ao aproveitamento da infraestrutura da lavoura de trigo, que no período mais quente ficava ociosa e necessitava de uma leguminosa para sua sucessão, e por sua perfeita adaptação ao sistema foi a escolhida (OLIVEIRA, 2016)

Ela é um dos principais itens exportados pelo Brasil e, em 2014, de acordo com o Ministério da Agricultura, foram 60,71 milhões de toneladas de soja comercializadas, representando aproximadamente 32,5% das exportações do agronegócio brasileiro, e 14,0% do total das exportações (MAPA/SRI, Janeiro/14 a Dezembro/2014). Sendo a principal cultura em extensão de área e volume de produção.

A produção brasileira de soja alcançou 95.434,6 mil toneladas na safra 2015/16 (CONAB, 2017). Uma das maiores cadeias agroindustriais do Brasil, seu principal destino é o processamento do grão em óleo e proteína, além disso, a lavoura possui uma alta produção por hectare de proteína, sendo fonte, também para o ser humano, de importantes qualidades nutricionais e funcionais (OLIVEIRA, 2016).

É importante que se pense o aumento da produtividade para lavouras comerciais, tanto para reduzir a pressão pela abertura de novas áreas de cultivo e, assim, contribuir para a preservação do meio ambiente, quanto para o aumento da rentabilidade da cultura (CONAB, 2016). Visto que o segmento agrícola é uma atividade cercada de riscos; como exemplo o risco de produtividade (decorrente de condições climáticas, pragas, doenças, dentre outros fatores) (ROCHA, 2010).

O agronegócio brasileiro engloba atividades econômicas ligadas a insumos para a agricultura, como fertilizantes, defensivos, corretivos, a produção agrícola, compreendendo lavouras, pecuária, florestas e extrativismo, agro industrialização dos produtos primários, transporte e comercialização de produtos primários e processados (MAPA, 2013), sendo que o mesmo possui um alto custo.

O custo total de produção é a soma de todos os pagamentos efetuados pelo uso dos recursos e serviços, incluindo o custo alternativo do emprego dos fatores produtivos (REIS et

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



al., 2001). Crepaldi (1998) afirma ainda que a tarefa de gerar informações gerenciais que permitam a tomada de decisão com base em dados consistentes e reais, é uma dificuldade constante para os produtores rurais.

Muitos produtores rurais têm dificuldade para gerenciar esse custo (CREPALDI, 1998), prejudicando assim sua margem de lucro, tendo em vista que o conhecimento dos gastos da lavoura auxiliam para redução dos mesmos, pois uma após análise do custo, pode buscar alternativas para redução como substituição de insumos onerosos por outros similares mais baratos e de semelhante eficiência, a mecanização de operações manuais ou vice-versa (CASTRO, 2006).

Portanto, o estudo dos custos rurais é um assunto relevante uma vez que fornece ao empresário um roteiro indicativo para escolha de quais atividades devem ser ou não incentivadas (CALLADO, 2005). Dentro deste contexto verifica-se a necessidade de controle dos custos de produção independente da área que esteja envolvido no agronegócio. Sendo assim a previsão desse custo apresenta grandes benefícios, por possibilitar um planejamento prévio.

Porém, até o momento poucos são os trabalhos encontrados na literatura científica que tenha tamanha ousadia de realizar a previsão antecipada dos custos da produção de soja. Assim, buscou-se por meio deste trabalho calibrar modelos de previsão do custo da soja por meio da técnica de regressão linear múltipla.

3 METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo e abordagem quantitativa, utilizando-se como método de pesquisa o levantamento de dados. Foram utilizados dados de localidades representativas de cada estado brasileiro produtor de soja. Os dados utilizados neste trabalho contemplam o período de 2014 - 2018, e foram obtidos na Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), por meio do custo de produção que os mesmos disponibilizam em formato de planilhas eletrônicas.

Foram utilizadas séries históricas de dados de custo de produção da soja. As variáveis econômicas foram consideradas como as variáveis independentes na construção dos modelos, sendo elas os fertilizantes (reais, FT); agrotóxicos (reais, AG); sementes (reais, SM); terra

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



própria (reais,TR), transporte (reais,TP), despesas de armazenamento (reais,DA) e mão de obra (reais, MO) que correspondem ao custo de produção (CT).

O custo de produção da soja foi estimada em função das variáveis FT, AG, SM, TR, TP, DA e MO, por meio de um modelo de regressão linear múltipla (RLM), isto é, envolvendo o logaritmo das variáveis, tanto para as variáveis dependentes, como para as variáveis independentes (Equação 1).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + e_i \quad (1)$$

Em que, e_i é o erro aleatório de média zero e variância constante, relativo ao período i , e a_1, a_2, \dots, a_6 são constantes a serem determinadas (estimadas), X_1, X_2, \dots, X_i são as variáveis independentes

A metodologia utilizada para calibrar os modelos foi a estimação por meio dos mínimos quadrados ordinários (MQO), por meio do sistema de otimização “generalized reduced gradient” (GRG2).

Foram realizadas análises de sensibilidade dos coeficientes angulares das variáveis econométricas a fim de encontrar quais destas variáveis tiveram maior influência no custo da soja dos estados. Visando evitar problemas de multicolinearidade das variáveis econométricas retiraram-se as variáveis que demonstraram uma correlação de Pearson alta.

A seleção do melhor modelo calibrado foi realizada utilizando-se índices estatísticos de precisão e acurácia. A precisão foi avaliada pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), já a acurácia foi avaliada pelo percentual do erro absoluto médio (MAPE) (Equações 2 e 3). Foram selecionadas apenas as regressões estatisticamente significativas pelo teste F (valor- $p < 0,05$).

$$R^2 \text{ ajustado} = \left[1 - \frac{(1-R^2) \times (n-1)}{\dots} \right]$$
$$MAPE(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{Y_{est_i} - Y_{obs_i}}{Y_{obs_i}} \right| \times 100 \right)}{n}$$

Sendo que: Y_{est_i} = custo de produção da soja estimado no ano i ; Y_{obs_i} = custo de soja

observada; n= número de dados e k= número de variáveis independentes do modelo.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O custo da produção de soja é uma das variáveis da produção que mais influencia a lucratividade dos produtores. De maneira geral, o custo média do período de 2014 até 2018 é de 2790 reais com um desvio padrão de 422,3 reais. Dos estados avaliados é notável que o Paraná apresentou os maiores custos de todo período, enquanto que o estado do Goiás evidenciou os menores valores de custo (Figura 1).

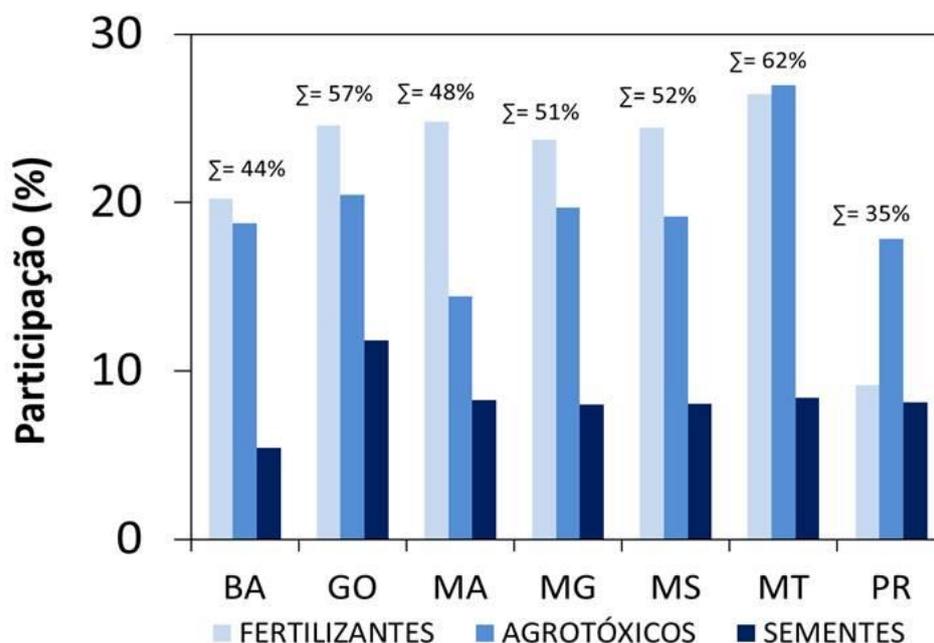


Figura 1. Variação do custo da produção de soja de 2014 até 2018 dos maiores Estados Produtores do Brasil.

As variáveis com as maiores porcentagens dentro do custo da soja para todos os estados foram os fertilizantes, agrotóxicos e as sementes (Figura 2). Praticamente em todos o estados avaliados, essas variáveis são as que compõem em média 50% de todo o custo da soja. Por meio das técnicas de modelagem será observado se essas variáveis serão as mesmas que vão compor o modelo de previsão.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS

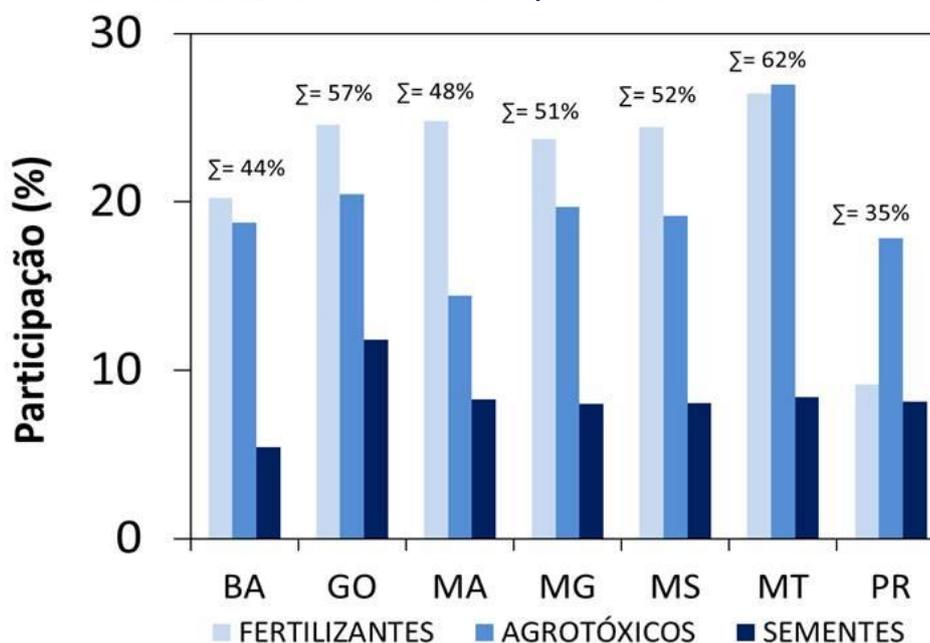


Figura 2. Variáveis com maior porcentagem na quantificação do custo da soja para as principais regiões produtoras.

Inicialmente foi feito uma análise geral, sem realizar a separação dos estados, como saber como que as variáveis econômicas interferem na variação do custo da soja. A análise de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas e o custo da produção de soja pode ser observadas na Figura 3. De maneira geral, as variáveis demonstraram níveis de correlações distintos com intensidades diferentes. As variáveis Fertilizantes, Transporte externo, Manutenção periódica e assistência técnicas foram as que demonstraram correlação inversa ao custo da soja.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS

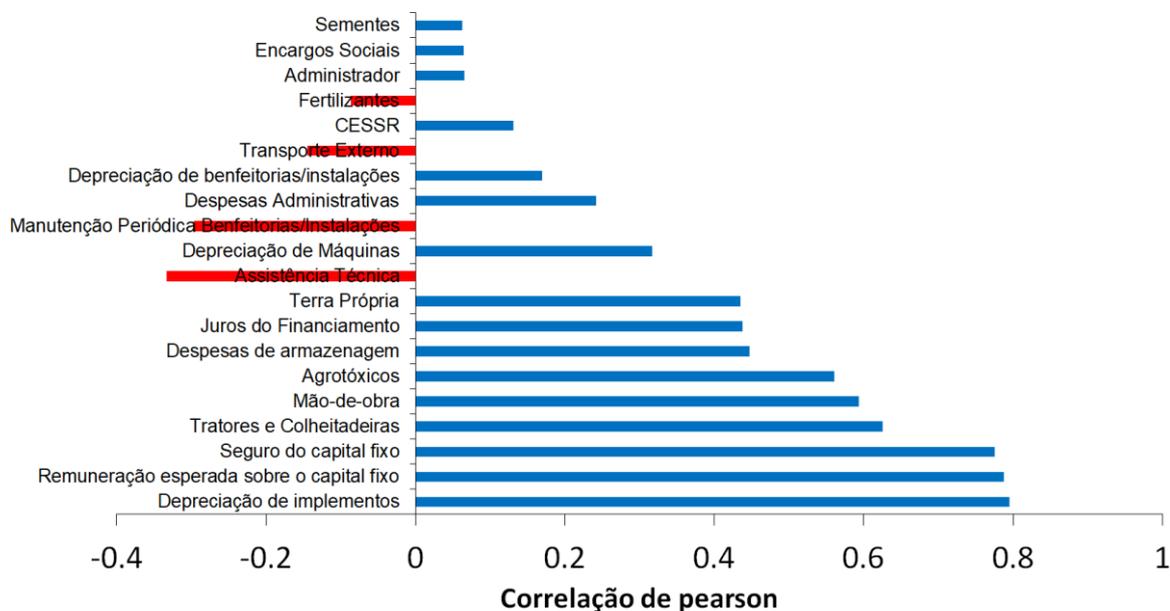


Figura 3. Análise de correlação de pearson entre as variáveis estudadas e o custo da soja.

O modelo ajustado em função dos dados econômicos foi estatisticamente significativo a 5% (teste F), o que indica que o conjunto de variáveis explicativas tem forte influência estatística sobre a variável explicada, no caso o custo de produção da soja.

TABELA 1. Análise de variância da Regressão Linear Múltipla utilizando como variável dependente o custo da produção de soja. GL = grau de liberdade, SQ = soma dos quadrados e QM = quadrado médio.

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	7	761095	108728	3.20064	0.40638918
Resíduo	1	33970.7	33970.7		
Total	8	795066			

O modelo ajustado em função dos dados econômicos para prever a custo de soja pode ser observado na Tabela 2. A variável com maior elasticidade no modelo foi as despesas de armazenagem, demonstrando uma relação direta, uma vez que quanto maior essas despesas, conseqüentemente, maior será o valor dos custos da soja.

TABELA 2 - Coeficientes estimados no modelo de previsão do custo de soja em função das variáveis.

<i>Variáveis</i>	<i>Coeficientes</i>
Interseção	2390.41459
FERTILIZANTES	-0.94677742
AGROTÓXICOS	0.659805526
SEMENTES	0.568327231
TERRA PRÓPRIA	-0.096076874
TRANSPORTE EXTERNO	-12.14091229
DESPEAS DE ARMAZENAMENTO	17.63563429
MÃO DE OBRA	2.226139274

O modelo calibrado utilizando de variáveis econômicas para estimar o custo da soja foi acurado e preciso, uma vez que demonstrou um R² de 0.957. Vale ressaltar, que o R² deste modelo é considerado muito alto, por diversos autores da área da modelagem (Moreto et al., 2015; Aparecido et al., 2017). O coeficiente de determinação ajustado (R²) foi de 0,95, o que indica um ótimo ajuste do modelo, ou seja, 95% das variações do custo são explicadas pelas variáveis independentes (Tabela 3).

TABELA 3 - Desempenho do ajuste da regressão utilizando como variável dependente o custo da produção de soja.

Estatística de regressão

R múltiplo	0,978403329
R-Quadrado	0,957273074
R-quadrado ajustado	0,658184596
Erro padrão	184,3114494
MAPE	1,892365
Observações	9

A performance do modelo de previsão do custo de soja para as principais regiões produtoras pode ser observadas na Figura 3.

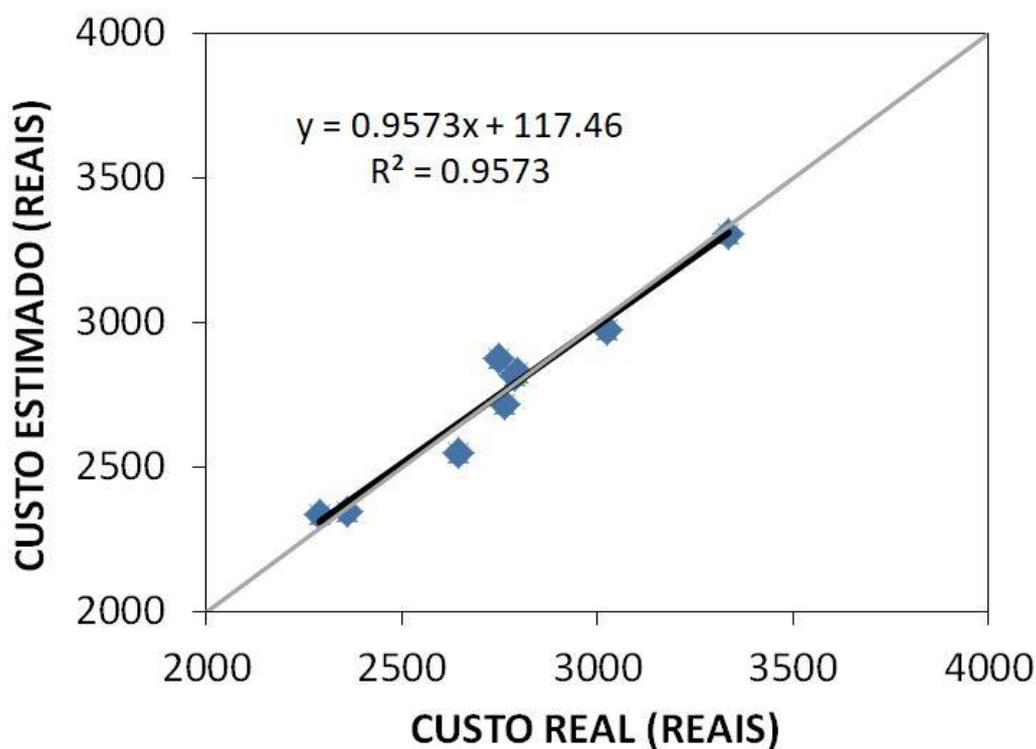


Figura 3. Performance do modelo de previsão do custo de soja para as principais regiões produtoras do Brasil

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS

5 CONCLUSÕES



- O custo médio da produção da soja para os estados produtores foi de 2790 reais (+-422,3).
- Os estados do Paraná e de Goiás obtiveram os maiores e menores custos respectivamente.
- Os Fertilizantes, Agrotóxicos e Sementes são as variáveis que mais representam o custo em porcentagem.
- O modelo desenvolvido para estimar o custo da soja em função das variáveis econômicas demonstrou elevada significância ($p < 0,05$), com alta precisão ($R^2 \text{ adj} = 0,65$) e baixo erro ($\text{MAPE} < 1,89\%$).
- O modelo pode ser utilizado para estimativa do custo de produção nos estados brasileiros produtores de soja.

REFERÊNCIAS

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A produtividade da soja: análise e perspectivas**. Compêndio de estudos Brasília: Conab, 2016

CREPALDI, Silvio Aparecido. Contabilidade rural: uma abordagem decisorial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. (Sistemas de Produção; 4).

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2006/07 a 2017/2018**. Disponível em <www.agricultura.gov.br> Acesso em 06/05/2019.

MAPA/SRI - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio - **Balança Comercial do**

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Agronegócio – Resumida de Janeiro/2014 a Dezembro/2014, disponível eletronicamente em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/15144_bal_resum_-_dezembro_2014.xlsx. Acesso em: 20 de Agosto, 2015.

OLIVEIRA, P. A. et al. **Análise dos custos de produção para o cultivo da Soja em Cenários Distintos de produtividade e preço no interior paulista**. Revista do Agronegócio – Reagro, Jales, v. 5, n. esp., p. 58 – 66, dez. 2016.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L.; MONTEIRO, L. A. **Custos de produção da atividade leiteira na região sul de Minas Gerais**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 3, n. 2, p. 45-54, jul./dez. 2001.

ROCHA, D. T. et al. **Relação entre os preços do grão de soja nos mercados à vista e futuro: uma análise a partir da razão ótima de Hedge**. Revista da Faculdade de Administração e Economia, v. 1, n. 2, p. 113-137, 2010.

TRINDADE, M. **O custo de qualidade: um estudo exploratório das indústrias do setor têxtil**. Rio de Janeiro: RBAC-Anpad, 1995.