



# Emprego da modelagem matemática como ferramenta para estimativa de produção de açúcar, planejamento logístico e de comercialização por uma cooperativa situada na Chapada do Parecis, Estado de Mato Grosso

Coleraus. I. A. A.<sup>a</sup>, Tillmann. G. C.<sup>a</sup>, Aguiar. W. B.<sup>a</sup>, Vione. M. T.<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Licenciando em Matemática pelo IFMT Instituto Federal de Mato Grosso, Brasil.

<sup>d</sup>Docente do Curso de Matemática no IFMT Instituto Federal de Mato Grosso, Brasil.

## ARTICLE INFO

**Recebido:** 25 de agosto de 2015

**Aceito:** 31 de agosto de 2015

**Palavras chave:**

Modelagem.  
Cooperativa.  
Produção.  
Cana-de-açúcar.

**E-mail:**

[italo\\_coleraus@hotmail.com](mailto:italo_coleraus@hotmail.com);  
[greisotillmann28@gmail.com](mailto:greisotillmann28@gmail.com);  
[willian\\_tga2@hotmail.com](mailto:willian_tga2@hotmail.com);  
[marcio.vione@cnp.ifmt.edu.br](mailto:marcio.vione@cnp.ifmt.edu.br)

ISSN 2007-9842

© 2016 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

This study was delimited in the development of a mathematical model to estimate sugar production in 10x2 kg burdens for the harvest of 2015.

For the preparation of the model production data were obtained from the integrated system of a certain plant located on the plateau of Parecis in the state of Mato Grosso.

Using the linear regression method for the production versus time during two crops (2011 to 2014). The model was validated by presenting a strong correlation between the variables through the coefficient of determination.

O presente trabalho foi delimitado na elaboração de um modelo matemático para estimativa da produção de açúcar, em fardos 10 x 2 kg para a safra de 2015.

Para a elaboração do modelo os dados da produção foram obtidos no sistema integrado de uma certa usina localizada na chapada do Parecis no estado de Mato Grosso.

Utilizando o método de regressão linear para a produção em função do tempo durante as safras (2011 a 2014).

O modelo foi validado por apresentar uma forte correlação entre as variáveis através do coeficiente de determinação.

## I. INTRODUÇÃO

As indústrias, comércios, grandes e pequenos produtores, e cooperativas de produtores do Brasil, vêm a cada ano buscando alternativas de melhorias dos lucros de seus negócios. Uma possível alternativa a essas questões seria a utilização da modelagem.

Segundo Bassanezi (2011), a modelagem matemática vem sendo utilizada em várias áreas do conhecimento, dentre elas podemos citar a Física, Química, Biomatemática, Economia, Geografia, História, Sociologia, Política, Psicologia, Antropologia e Produção (de bens e de gêneros alimentícios).

A pesquisa é um estudo de dados coletados junto a uma Cooperativa de Produtores Sucroalcooleiros, localizado na Chapada dos Parecis, região de terra fértil, por isso é grande produtora agrícola e influencia diretamente o comércio local e o crescimento da cidade e da região de Campo Novo do Parecis distante à 400 km da Capital do estado de Mato Grosso.

O trabalho visa à criação de um modelo para o crescimento da produção de açúcar dessa Cooperativa para que os cooperados possam criar uma estimativa para a produção da safra de 2015 e, ainda, promover um planejamento minucioso para a produção. Ressaltamos que o modelo será criado a partir do estudo da produção de açúcar das últimas safras (2011-2014).

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### II.1 Local da coleta de dados

Os dados coletados foram adquiridos através do sistema integrado da Cooperativa Agrícola de Produtores de Cana de Campo Novo do Parecis LTDA (COPRODIA).

Essa Cooperativa possui uma área de mais de 35 mil hectares cultivada, esse cultivo é transformado em uma produção de mais de 150 milhões de litros de etanol e 1,4 bilhões de quilograma de açúcar cristal, sendo essa estimativa da safra passada (2013/2014), para esse ano há uma previsão de aumento nesses números.

A Cooperativa apresentou um planejamento estratégico para a safra de 2015 que será 90% mecanizada, ou seja, há uma melhor eficácia e aproveitamento na sua colheita. Atualmente a empresa conta com mais de mil colaboradores, entre funcionários e cooperados.

### II.2 Produção 2011-2014

Para a criação do modelo matemático a ser seguido é apresentado uma série temporal de acordo com a Figura 1, referente à produção de fardos 10 x 2 kg de açúcar cristalizado, os mesmos comercializados para uso doméstico, nas safras de 2011-2014.

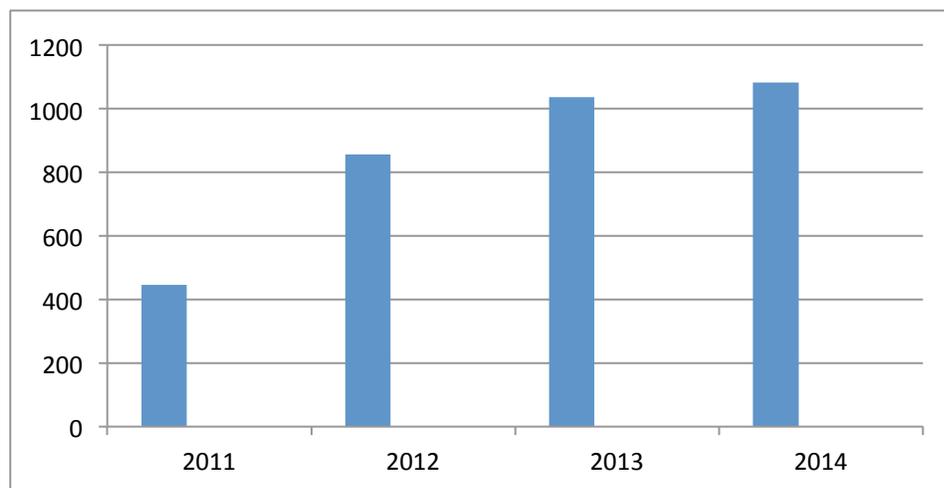


FIGURA 1. Produção de 2011 à 2014. (em milhões).

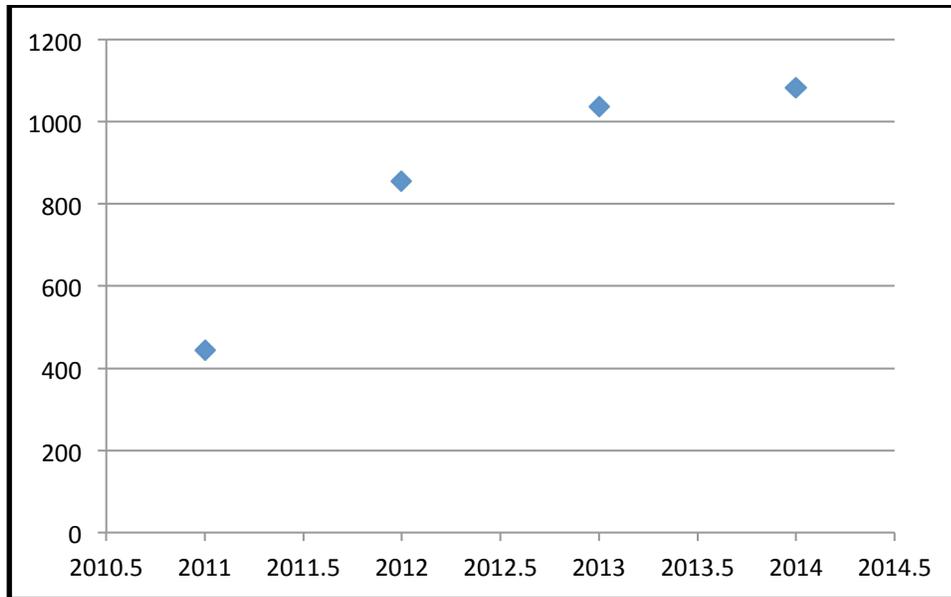
Fonte: COPRODIA.

### II.3 Modelo matemático

Para a criação do modelo matemático, será utilizado o método de regressão linear ou ajuste de curvas que é um recurso formal para expressar alguma tendência da variável dependente  $y$  quando relacionada com a variável independente  $x$ ,

ou seja, regressão é um mecanismo ou artifício que fornece uma relação funcional quando se tem uma relação estatística (Bassanezi, 2011, p. 54).

A Figura 2 apresenta a dispersão da série temporal:



**FIGURA 2.** Dispersão da produção na produção entre 2011-2014 (em milhões).

**Fonte:** COPRODIA.

A equação da reta é dada, por:

$$P(t) = at + b; \quad (1)$$

Onde:

$P$  = produção;

$a$  = coeficiente angular

$b$  = coeficiente linear

$t$  = tempo, que por simplificação, será:

- 2011 – ano  $t = 0$ ;
- 2012 – ano  $t = 1$ ;
- 2013 – ano  $t = 2$ ;
- 2014 – ano  $t = 3$ ;
- E para 2015 – ano  $t = 4$ , que será criado uma previsão da produção.

Desta forma para o coeficiente  $a$  e  $b$ , tem-se:

$$a = \frac{(\sum t_k) + (\sum P_k) - n \sum t_k P_k}{(\sum t_k)^2 - (\sum t_k^2)} \quad (2)$$

$$b = \frac{1}{n} (\sum P_k - a \sum t_k) \quad (3)$$

Onde:

$n$  é quantidade de elementos utilizados.

A Tabela I relaciona os valores entre Produção e o Tempo para o período de 2011 a 2014.

**TABELA I.** Tratamento das informações entre a produção e o tempo.

$t_k$	$P_k$	$t_k P_k$	$t_k^2$	$P_k^2$
0	444.912.000	0	0	197.946.687.744.000.000
1	855.211.400	855.211.400	1	731.386.538.689.960.000
2	1.037.216.400	2.074.432.800	4	1.075.817.860.428.960.000
3	1.082.586.600	3.247.759.800	9	1.171.993.746.499.560.000

Fonte: COPRODIA.

Substituindo as informações usando a Tabela I nas equações (2) e (3). A equação (1), ficará da seguinte forma:

$$P(t) = 209502880t + 540727287 \quad (4)$$

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com diversos fatores atuando no decorrer dos anos, como aumento da área plantada, mecanização da produção, capacidade da produção, planejamento da logística para escoamento, há uma discrepância no crescimento da safra de produção de açúcar, entre os anos de 2011 a 2012 com um aumento de 92,22%; na safra de 2012 para 2013 teve-se um aumento de 21,28% e na produção de 2013 para 2014, o aumento foi 4,3%.

#### III.1 Retas de regressão linear

Para a Equação 4, será criada a reta de regressão linear, representada na Figura 3, onde ( $\diamond$ ) representa os dados da série temporal e ( $-$ ) representa a reta de regressão linear.

#### III.2 Estimativa para a próxima safra

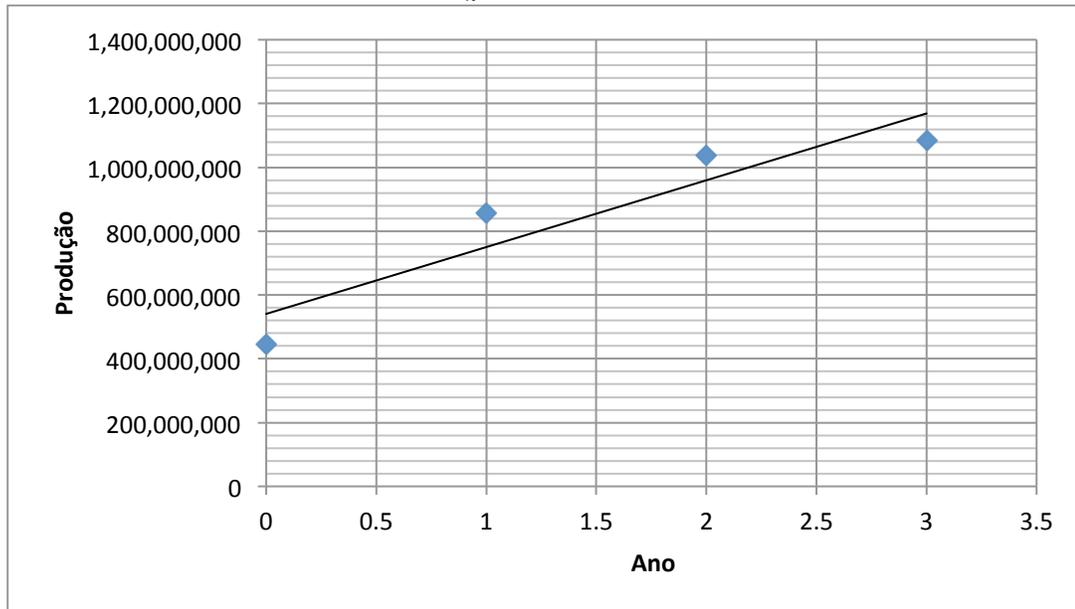
A safra de 2015 já teve seu início em março, porém com o modelo obtido é possível realizar a estimativa para a produção. Utilizando a Equação 4 e substituindo o tempo quando  $t = 4$ , obtem-se à estimativa para a produção para fardos de 10x2kg em 2015, de:

$$P(4) = 1.378.738.807 \quad (5)$$

#### III.3 VALIDAÇÃO DO MODELO

Como o modelo trabalha com aproximação matemática é apresentada uma estimativa para o  $t = 4$  na Equação 5. A reta foi ajustada de acordo com a série temporal na Figura 3. O coeficiente de correlação  $r$  é obtido de acordo com a série temporal e a produção, definidos pela seguinte equação:

$$r = \frac{\sum t_k P_k - \frac{(\sum t_k)(\sum P_k)}{n}}{\{[\sum t_k^2 - \frac{(\sum t_k)^2}{n}][\sum P_k^2 - (\sum P_k)^2]\}^{1/2}} \quad (6)$$



**FIGURA 3.** Reta de regressão linear dada pela Equação 4.  
**Fonte:** COPRODIA.

Ainda segundo Bassanezi (2011, p. 58) a correlação é uma ferramenta da estatística que nos diz o quanto a variação de um dado se relaciona com outro. Neste caso substituindo os dados da Tabela 1 na Equação 6, obtemos  $r = 0,93$  que indica uma forte correlação entre o tempo e a produção.

Através do coeficiente de correlação é encontrado o coeficiente de determinação de Pearson  $r^2 = 0,86$  que estabelece o grau de proporcionalidade da variável de produção em função do variável tempo.

#### IV. CONCLUSÕES

O modelo matemático apresentado na Equação 4 é válido para a série temporal.

O modelo foi delimitado no setor de produção de açúcar, porém pode ser expandido para outros setores da empresa.

#### REFERÊNCIAS

Weir, M. D., Hass, J. & Giordano, F. R. (2009). *Cálculo (George B. Thomas Jr.) Volume II*. São Paulo-BRA: Aldison Wesley.

Bassanezi, R.C. (2011). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: Uma nova estratégia*. São Paulo-BRA: Contexto. pp. 32-64. 3ª Ed.