

BINOMIAL MODEL AS A FORM OF ESTIMATION FOR ANALYSIS OF COCONUT PRODUCTION IN THE STATE OF SERGIPE, NORTHEAST AND BRAZIL

MODELO BINOMIAL COMO FORMA DE ESTIMATIVA PARA ANÁLISES DA PRODUÇÃO DE COCO NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE E NO BRASIL

Luciano Alves de Jesus Junior¹; Carlos Vinicius V Rodrigues²; João Flávio Bomfim Gomes³; Alexandre Cardoso Tomasi⁴; Tereza Cristina Oliveira⁵

¹Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju / Se – Brasil - luciano.alves@embrapa.br

²Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju / Se – Brasil - vinicius.rodrigues@embrapa.br

³Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju / Se – Brasil - joaoflavio.gomes@embrapa.br

⁴Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju / Se – Brasil - alexandre.tomasi@embrapa.br

⁵Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju / Se – Brasil - tereza.oliveira@embrapa.br

Resumo

O coco no Brasil é considerado uma frutífera de importância econômica e social em virtude da ampla variabilidade de produtos que podem ser obtidos com a sua exploração, chamados de coprodutos do coco. Nos últimos anos no Brasil o cultivo de coco vem desencadeando transformações em termos sociais, econômicos e produtivos promovendo um novo arranjo geo-produtivo. O objetivo deste trabalho é elaborar modelos de regressão que venha a contribuir com estimativas de quantidade produzida, área plantada e produtividade do coco no Brasil, Nordeste e Sergipe. A metodologia utilizada baseou-se em modelo de regressão polinomial de grau 3. No Brasil, as maiores plantações e produções de coco se concentram na região do Nordeste. No estado de Sergipe representa importante fonte de renda para muitos produtores ocupando aproximadamente 23.000 hectares, dos quais 80% estão localizados em área de baixada litorânea e tabuleiros costeiros. Atualmente é o estado com a terceira maior produção em área plantada de coco no país, sendo destinado principalmente a produção de coco seco. Fato este que demonstra a evolução tecnológica nos últimos 20 anos com a cultura do coqueiro.

Palavras-chaves: *Cocos nucifera L; Cocoicultura; Produtividade; Estatística Rural.*

Abstract

The coconut in Brazil is considered a fruit tree of economic and social importance due to the wide variability of products that can be obtained with its exploitation, called coconut co-products. In recent years in Brazil, coconut cultivation has been triggering transformations in social, economic and productive terms promoting a new geo-productive arrangement. The objective of this work is to develop regression models that will contribute to estimates of quantity produced, planted area and productivity of coconut in Brazil, Northeast region and State of Sergipe. The methodology used was based on a degree 3 polynomial regression model. In Brazil, the largest coconut plantations and productions are concentrated in the Northeast region. In the state of Sergipe it represents an important source of income for many producers, occupying approximately 23,000 hectares, of which

80% are located in the coastal lowlands and tableland areas. It is currently the state with the third largest production in coconut planted area in the country being mainly destined to the production of dry coconut. This fact demonstrates the technological evolution in the last 20 years with the coconut culture.

Keywords: *Cocos nucifera L*; Coconut Farming; Productivity; Rural Statistics.

1. Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera L*) encontra-se em mais de 200 países, predominando em grandes plantios em países de clima tropical e subtropical do Oceano Pacífico e estendendo-se também à América Latina, Caribe e África Tropical (FERREIRA; WARWICK; SIQUEIRA, 2009). A exploração comercial do coqueiro é realizada por aproximadamente 90 países, sendo uma frutífera de importância, não só pelos aspectos econômicos e sociais, dada a variabilidade de produtos que podem ser obtidos dessa planta, mas também pelos serviços ambientais prestados em diversos ecossistemas fragilizados (FOALE; HARRIES, 2009).

É importante destacar o avanço desta cultura no Brasil. Em 2000, o país ocupava a 7^o posição no ranking mundial, com uma produção de 1,3 bilhões de frutos. Em 2013, o país foi o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,9 bilhões de frutos, em uma área colhida de 257 mil ha de coqueiros beneficiando diretamente mais de 220 mil cocoicultores (FAO, 2021). Atualmente, o Brasil encontra-se na quinta colocação com 1,7% da área cultivada e 3,8% da produção mundial, perdendo uma posição para o Sri Lanka (BRAINER, 2018).

Não obstante o Brasil ser um produtor de coco, o país tem realizado historicamente importações de coco seco desidratado de outros países, fato que tem gerado a queda de preços no mercado nacional em virtude dos subsídios que estes países oferecem à cadeia produtiva de coco. Tal prática vem se transformando permanente pela lucratividade conferida (PORTO, 2010).

Apesar do cultivo do coco estar sendo estimulado e introduzido em várias regiões do país, as maiores plantações e produções se concentram no Nordeste, localizadas predominantemente em área de baixada litorânea e tabuleiros costeiros. Favorecida pelas condições de tropicalidade climática, a região detém aproximadamente 70% da produção de coco brasileiro.

Sergipe é considerado um estado tradicional na exploração de coqueiros. Atualmente é o terceiro maior produtor de coco no Brasil, estando atrás apenas de Ceará e Bahia.

Diante desta situação que vislumbra, o cenário nacional apresenta-se em processo de transformação quanto à localização geoeconômica da cultura do coco, pois na medida em que o coqueiro se expande a outros estados não tradicionais, o que se percebe é a inserção de fortes

investimentos, trazendo em contrapartida ao Estado de Sergipe, possivelmente a perda da hegemonia produtiva no mercado evolutivo e competitivo do coco.

As contextualizações evolutivas da cultura do coco no estado de Sergipe nas últimas décadas, frente aos cenários produtivos da região Nordeste e Brasileira, perfazem o objetivo deste trabalho.

2. Metodologia

Neste trabalho foram utilizados dados do IBGE/SIDRA, entre os anos de 2000 a 2020, referente à produção das culturas de coco. O teste de modelo de regressão utilizado como método para sintetizar uma série de valores, foi o de regressão polinomial de grau 3 permitindo dessa forma que se tenha um modelo para futuras previsões. Pode-se organizar e descrever os dados por meio de equações, que resume um conjunto de observações e proporciona a obtenção de respostas rápidas.

Feita a análise das regressões com os dados da cultura do coco, foi escolhida a de melhor coeficiente de correlação (r^2), ou seja, quanto maior o (r^2) melhor será o ajuste da equação e conseqüentemente o melhor modelo. O programa usado foi o Excel 2003 e os percentuais foram retirados usando-se a Tabela 1; Também, a partir de revisão de literatura, avaliando a situação da produção de coco no estado de Sergipe em relação ao Nordeste e Brasil.

A regressão polinomial pode ser tida como uma generalização da regressão linear. Para isso, podemos ver a regressão linear simples como a regressão polinomial de um polinômio de grau um. Assim, ao invés de ajustarmos a função:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \varepsilon$$

Utilizamos:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \dots + \alpha_m x^m + \varepsilon$$

Para ajustarmos os parâmetros dessa função, basta que resolvamos um sistema de $m+1$ equações lineares simultâneas, tal o desenvolvimento da regressão linear múltipla. Assim, no caso da regressão polinomial, o erro padrão pode ser formulado como polinomial, o erro padrão pode ser formulado como:

$$S = \sqrt{S_R / n - (m+1)}$$

Modelo de terceira ordem

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \epsilon_i \quad \text{onde } x_i = X_i - \bar{X}$$

A variável preditora, x_i é dada como desvio em relação a sua média. A razão para usar uma variável preditora centrada no modelo de regressão polinomial é que X e X^2 são altamente correlacionadas. Isto pode causar sérias dificuldades para inverter a matriz $X'X$ para estimar os coeficientes de regressão. Trabalhando-se com variáveis centradas, reduz-se substancialmente a multicolinearidade. Geralmente, muda-se a notação para os modelos polinomiais:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_{11} X_i^2 + \beta_{111} X_i^3 + \epsilon_i$$

3. Resultados

Em 2000, a produção de coco no Brasil foi de 1,3 bilhões de frutos, sendo que a região Nordeste foi responsável por 930 milhões, enquanto o estado de Sergipe produziu em torno de 91 milhões de frutos. Em 2020 a produção brasileira de coco está com aproximadamente 1,6 bilhões de frutos, sendo que a região Nordeste contribuiu com 1,20 bilhões e o Estado de Sergipe foi responsável por 161 milhões de frutos (Tabela 1). É possível observar que houve uma evolução significativa em termos de contribuição da produção sergipana de coco para com a produção nordestina, e, por consequência, na produção nacional.

Tabela 1 – Valores da cultura do Coco Brasil, Nordeste e Sergipe

Ano	Quantidade Produzida (1000 frutos)			Área Plantada (Hectares)			Produtividade (Frutos/ha)*1000		
	Brasil	Nordeste	Sergipe	Brasil	Nordeste	Sergipe	Brasil	Nordeste	Sergipe
2000	1301411	932960	91985	266577	232426	45720	4882	4014	2012
2001	1420547	960569	90413	275551	234623	45304	5155	4094	1996
2002	1928236	1398951	98298	280835	235223	42254	6866	5947	2326
2003	1985661	1432992	119166	281630	233465	39994	7051	6138	2980
2004	2078226	1467822	122547	288142	236068	39876	7213	6218	3073
2005	2079291	1432211	124119	292200	235989	39576	7116	6069	3136
2006	1985478	1320933	97190	294161	237886	42679	6750	5553	2277
2007	1887336	1235530	129457	283930	228416	40537	6647	5409	3194
2008	2149322	1492112	281355	288559	230755	47894	7448	6466	6716
2009	1973366	1337358	279203	284951	228911	42000	6925	5842	6648
2010	1895635	1297528	253621	276934	224293	41890	6845	5785	6054
2011	1962434	1373598	239373	271633	219472	39204	7225	6259	6106
2012	1954354	1345962	242852	259737	208977	39486	7524	6441	6150
2013	1926857	1348238	240855	259015	212017	38657	7439	6359	6231
2014	1946073	1375672	239211	252366	207082	38165	7711	6643	6268
2015	1786145	1291274	240203	243971	200717	38660	7321	6433	6213
2016	1756264	1345182	236256	234781	194902	34615	7480	6902	6825
2017	1473426	1067193	201759	210612	173217	32387	6996	6161	6230
2018	1563600	1113846	174364	199572	162170	25924	7835	6868	6726
2019	1565775	1147611	163188	188479	153734	24112	8307	7465	6768
2020	1639226	1204428	161113	188801	152713	22964	8682	7887	7016

Fonte: IBGE / SIDRA (2022)

Na Tabela 2 temos o R^2 (Coeficiente de correlação) das regressões calculados da regressão. Na quantidade produzida temos como melhor R^2 a análise do Brasil com o valor de 0,792, na área plantada novamente o Brasil com 0,985, já na variável produtividade Sergipe teve o melhor valor 0,84.

Tabela 2. Valores dos coeficientes de correlação da regressão binomial de terceira ordem

	Brasil	Nordeste	Sergipe
Quantidade Produzida	0,792	0,57	0,7554
Área Plantada	0,9849	0,9809	0,9527
Produtividade	0,8074	0,7809	0,8408

Na tabela 3 estão as funções que obtivemos das regressões polinomiais de grau 3.

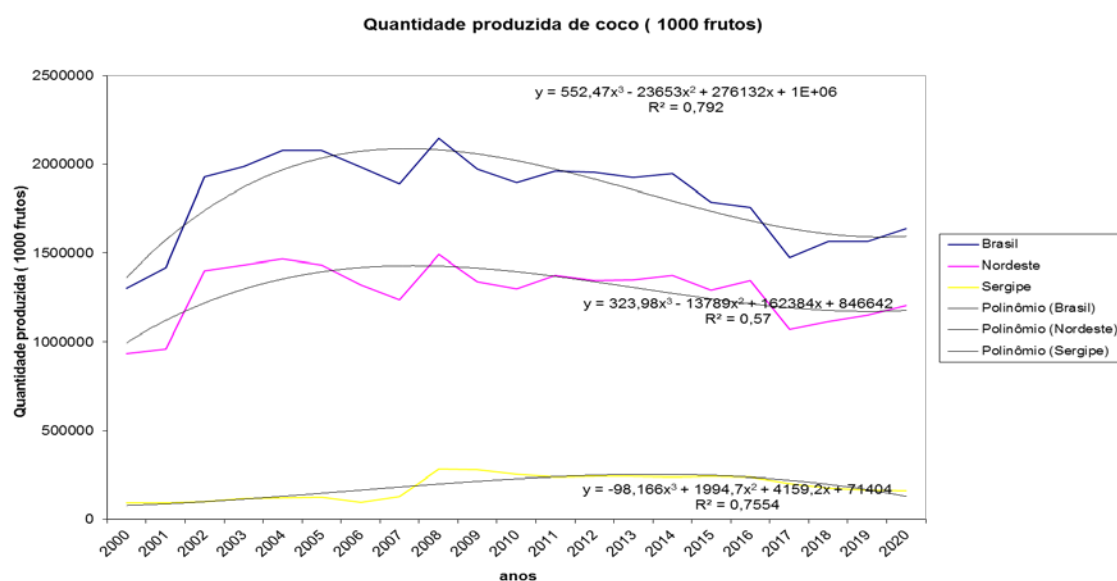
Tabela 3. Equações dos modelos adequados

	Brasil	Nordeste	Sergipe
Quantidade Produzida	$y = 552,47x^3 + 23653x^2 - 276132x^2 + 998053$	$y = 323,98x^3 - 13789x^2 + 162384x + 846642$	$y = -98,166x^3 + 1994,7x^2 + 4159,2x + 71404$
Área Plantada	$y = 11,858x^3 - 936,15x^2 + 10858x + 256246$	$y = 5,4582x^3 - 170,14x^2 + 1953,7x + 230779$	$y = -10,796x^3 + 279,11x^2 - 2380,5x + 47513$
Produtividade	$y = 2,052x^3 - 71,309x^2 + 796,76x + 4379,8$	$y = 1,873x^3 - 63,295x^2 - 704,09x + 3602,4$	$y = -0,9428x^3 - 16,451x^2 + 317,97x + 1301,5$

Fonte: (SIDRA – IBGE)

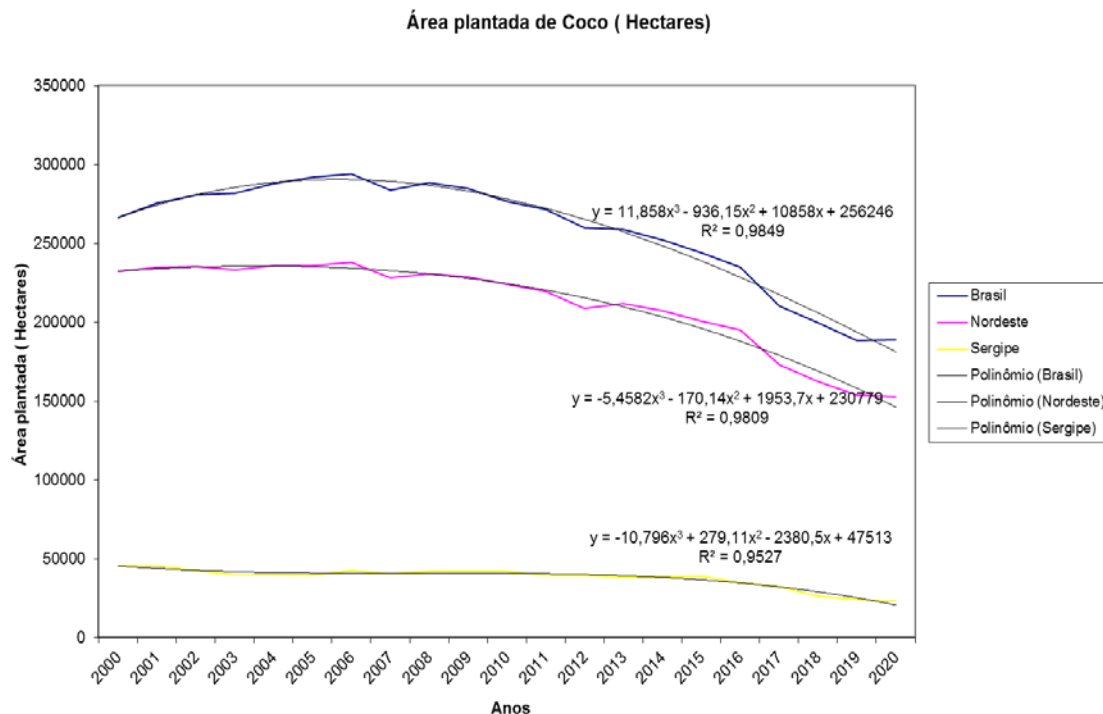
Na Figura 1 temos os gráficos com as respectivas regressões polinomiais de grau 3 da variável quantidade produzida.

Figura 1 – Gráfico da quantidade produzida com suas respectivas equações para estimativas



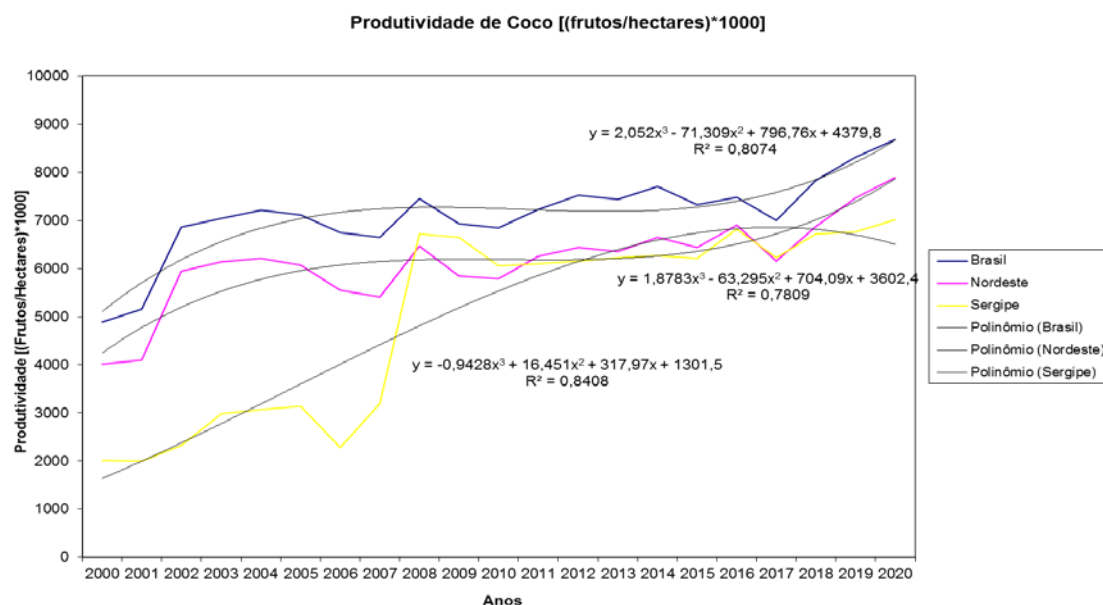
Na Figura 2 temos os gráficos com as respectivas regressões polinomiais de grau 3 da variável área plantada.

Figura 2 – Gráfico da área plantada de coco com suas respectivas equações para estimativas.



Na Figura 3 temos os gráficos com as respectivas regressões polinomiais de grau 3 da variável produtividade. Percebemos que em 2007 e 2008 a média de produtividade de Sergipe foi maior que a do Nordeste

Figura 3 (SIDRA – IBGE) – Gráfico da produtividade de coco com suas respectivas equações para estimativas



4. Considerações Finais

Atento a esta situação a Embrapa Tabuleiros Costeiros vem designando esforços institucionais no sentido de aumentar a competitividade desta cadeia produtiva, desenvolvendo projetos, gerando e transferindo tecnologias, estimulando as parcerias institucionais e a multidisciplinaridade com intuito de propiciar que a cocoicultura evolua fundamentalmente para a sustentabilidade dos agroecossistemas não só do Estado de Sergipe, mas de todo o território brasileiro.

Referências

- BRAINER, M. S. de C.P. Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional. Caderno Setorial ETENE. Banco do Nordeste. Ano 3, Nº 61, dez. 2018. Acesso disponível: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/61_coco.pdf/c172dd8f-3044-f1db-5d0c-a94c5eb735e0#:~:text=Para%202018%2C%20estima%2Dse%20a,de%202017%20\(Tabela%201\).&text=Fonte%3A%20FAOSTAT%20\(2018\).](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/61_coco.pdf/c172dd8f-3044-f1db-5d0c-a94c5eb735e0#:~:text=Para%202018%2C%20estima%2Dse%20a,de%202017%20(Tabela%201).&text=Fonte%3A%20FAOSTAT%20(2018).>)> Acessado em 8 mar 2022.
- FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. 3. Ed., ver e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 508p.
- FAO. World production. Disponível em: www.faostat.org>. Acesso em 2022.
- FOALE, M.; HARRIES, H. **Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut** (*Cocos nucifera*). 2009. In: Elevitch, C.R. (ed.). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawai‘i. <http://agroforestry.net/scps>. acessado 18.02.2022.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa>>;Acessado em 02.03.2022.
- PORTO, F.P.D. **A importância do fortalecimento da estrutura sindical para desenvolvimento da cocoicultura no Nordeste**. In CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. Fundamentos tecnológicos para a revitalização ds áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 229-233.