



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN

JOSÉ WANDEMBERG RODRIGUES ALMEIDA

PREVISÃO DO PREÇO DO MILHO PARA O ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2018

JOSÉ WANDEMBERG RODRIGUES ALMEIDA

PREVISÃO DO PREÇO DO MILHO PARA O ESTADO DO CEARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Mestrado Profissional – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- A448p Almeida, José Wandemberg Rodrigues.
Previsão do preço do milho para o Estado do Ceará / José Wandemberg Rodrigues Almeida. – 2019.
45 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.
1. Previsão. 2. Preço. 3. Milho. 4. ARIMA. 5. Box & Jenkins. I. Título.

CDD 330

JOSÉ WANDEMBERG RODRIGUES ALMEIDA

PREVISÃO DO PREÇO DO MILHO PARA O ESTADO DO CEARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Mestrado Profissional – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Aprovado em: 25 / 05 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco José Tabosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À minha família, de onde sempre obtive apoio para chegar onde estou, especialmente aos meus pais, Antonio Joaquim Sobrinho e Antonia Luziene Almeida Santos, a meu irmão Antonio Herbert Rodrigues Almeida, minhas irmãs Francisca Jozelena Rodrigues Almeida, Francisca Nayana Rodrigues Almeida e Francisca Nayara Rodrigues Almeida, meus sobrinhos Antonio Emanuel, Laryssy Layha, Thayanara, Tayná, Maria Helena, Maria Júlia e minhas filhas maria cecilya(in memoriam), Maria Luiza e Esther Gomes, a minha companheira Thamires Gomes, minha sogra Rute Gomes, Minha cunhada Thais Gomes, Meus cunhados Fabricio Gomes e Rafael Gomes.

Também agradeço ao professor Orientador Roberto Tatiwa Ferreira, pela transmissão do seu conhecimento, que proporcionou na elaboração desta dissertação e colaborações diversas, sem quais este trabalho não seria concretizado.

Ao professor Francisco José Tabosa por fazer parte desta banca examinadora. Aos amigos e professores Henrique Felix, Marcelo Callado, Ricardo Pereira, Fabrício Linhares, Guilherme Irffi, Edward Martins, por fazer parte desta caminhada acadêmica.

A todos os colegas do Banco do Nordeste, especialmente do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste e Ambiente de Programas Especiais e de Fundo de Pesquisa.

Agradeço ainda todo corpo acadêmico do CAEN, especialmente aos professores dos quais tive a oportunidade de ser aluno nas diversas disciplinas do curso.

A todos os funcionários do CAEN, especialmente a Geisa, Marcia e Cleber, pelo tratamento com cortesia, simpatia e atenção necessária a todas as demandas que fossem necessárias.

E a todos os demais que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

RESUMO

O Estado do Ceará tem papel de destaque no consumo e produção do milho e, em virtude dessa importância, este estudo tem como objetivo selecionar um modelo de previsão para o preço médio mensal do milho (recebido pelo produtor), para auxiliar os produtores de grãos de milho no estado do Ceará na sua decisão de plantar e nas suas vendas, bem como no planejamento das instituições financeiras para concederem crédito, já que uma diminuição inesperada em sua magnitude pode comprometer a capacidade de pagamento dos financiamentos. Para isso, utiliza-se uma série temporal que compreende o período de janeiro/2005 a dezembro/2017 e a metodologia de Box-Jenkins para identificar qual o melhor modelo de previsão dentre possíveis modelos autorregressivos integrado com média móvel (ARIMA) e seu correspondente com sazonalidade multiplicativa o SARIMA. Os dados foram coletados mensalmente junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), seção Ceará. Para a cultura destacada, o modelo que gerou menor erro ao quadrado médio de previsão (EQM) foi o ARMA(2,1).

Palavras-chave: Previsão. Preço. Milho. ARIMA. Box & Jenkins.

ABSTRACT

The State of Ceará has a prominent role in the consumption and production of maize, which is subject to the country's economic performance and climatic conditions. The objective of this study is to forecast the average monthly price of maize (received by the producer) from a time series that covers the period from January 2005 to December 2017 to forecast the behavior of the Product Price Series agricultural corn, assisting corn grain producers in the state of Ceará in planning their sales. Data were collected monthly and purchased from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Ceará. In order to carry out the forecast, the methodology used was Box-Jenkins, the autoregressive method integrated with moving average (ARIMA) is identified for such forecast. For the highlighted culture, the methodology captured several significant models, but through the criteria, AIC, SBC and Medium Square Error, it was possible to choose the best model, being ARIMA (2.1). In this way, the behavior of the price of the product is extremely cause for discussion and concern for the producers and financial institutions, since an unexpected decrease in its magnitude may compromise the ability to pay the financing.

Keywords: Forecast. Price. Corn. ARIMA. Box & Jenkins.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação percentual dos principais municípios cearenses na área colhida com milho em 2016	18
Gráfico 2 – Participação percentual dos principais municípios cearenses na produção de milho em 2016	19
Gráfico 3 – Série de preço do milho no Estado do Ceará deflacionados pelo IPCA entre janeiro de 2005 a dezembro de 2017 em R\$ 1,00	24
Gráfico 4 – Correlograma em Nível do preço do milho no Estado do Ceará.....	32
Gráfico 5 – Resultados da Previsão do preço do milho no Estado do Ceará com ARIMA(2,1)	33
Gráfico 6 – Previsão do Preço Médio do Milho no Estado do Ceará para Janeiro à Dezembro de 2018 (em R\$ 1,00).....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de milho no Brasil, por região e por estados selecionados – Ton	15
Tabela 2 – Área de milho no Brasil, por região e por estados selecionados – em mil ha	16
Tabela 3 – Produtividade de milho no Brasil, por região e por estados selecionados – em Kg/ha	17
Tabela 4 – Estatística descritiva do preço do milho no Estado do Ceará em R\$ 1,00	23
Tabela 5 – Teste de Phillips-Perron para a Série preço do milho no Estado do Ceará deflacionado pelo IPCA	31
Tabela 6 – Estimação do Modelo ARIMA (2,1) para o preço do milho no Estado do Ceará no período estudado.....	32
Tabela 7 – Modelos Testados para a Série preço do milho no Estado do Ceará deflacionado pelo IPCA	39
Tabela 8 – Agricultura familiar, segundo as variáveis selecionadas - Ceará - 2006.....	40
Tabela 9 – Área colhida, municípios do Estado do Ceará - 2013 a 2016 - em grãos	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	A PRODUÇÃO DE MILHO DO ESTADO DO CEARÁ	12
2.1	Produção de milho	13
3	TRABALHOS DE SÉRIES TEMPORAIS COM PREVISÃO DE PREÇOS DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS.....	20
4	METODOLOGIA E BASE DE DADOS	23
4.1	Base de dados	23
4.2	Metodologia	24
4.3	Modelos AR, MA e ARIMA	26
4.4	A Metodologia de BOX-JENKINS.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
	ANEXO A – TABELAS COMPLEMENTARES.....	39

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento dos preços de produtos agropecuários reveste-se de grande importância para os produtores agrícolas e para as instituições financeiras, no sentido de melhor fundamentar seus projetos para financiamento. O estudo vem permitir um cálculo mais preciso da receita a ser gerada pelo projeto, a qual será calculada a partir do preço praticado à época da comercialização, levando em conta os períodos de safra e entressafra dos produtos.

Os índices de preços utilizados pelas Centrais Operacionais e Escritórios de projetos servem também de apoio tanto a projetistas como para os analistas, no sentido de orientar o produtor sobre a melhor época de comercialização de seu produto. Os preços utilizados nos projetos têm impacto relevante na classificação dos produtores, na rentabilidade e na capacidade esperada de pagamento por parte dos tomadores de empréstimos e, conseqüentemente, sobre o risco dos créditos nas instituições financeiras.

Ao utilizar para o cálculo das receitas, os preços dos produtos vigentes no momento da análise, distorções originadas por movimentos sazonais e períodos de entre safra. As variações sazonais acontecem ao longo do ano e são ocasionadas pelo comportamento da oferta, da demanda e pelo volume do estoque. Por sua vez, o comportamento da oferta está altamente determinado por fenômenos do tipo climático. As variações sazonais da demanda estão determinadas principalmente pelo comportamento dos consumidores durante as estações do ano ou a fenômenos culturais.

O fato de a maioria dos projetos de créditos serem elaborados durante a época de entre safra, quando os preços dos produtos agrícolas, situam-se em níveis mais altos, pode-se gerar um valor sobre estimado das receitas esperadas e, conseqüentemente, na capacidade de pagamento e na viabilidade econômica dos projetos.

A utilização de estratégias de gerenciamento de risco de preço estão sendo cada vez mais utilizadas e modernizadas, por isso cada vez mais são utilizados modelos econométricos visando a obtenção de boas previsões em relação aos preços, pois a partir delas são planejadas a comercialização do produto. Bayer(2008) mostra a importância da precificação e previsão do preço, com o intuito de proteger as empresas, das baixas ou aumentos dos preços, ou ainda variações cambiais.

Os modelos econométricos de previsão dos preços, podem ser utilizados pelas instituições financeiras para ajudar na avaliação da capacidade de pagamento dos projetos. Desta forma, há a necessidade de se identificar um modelo de previsão de preços para servir como balizador para os produtores rurais, por eles serem os principais tomadores de financiamentos, devido a um período inflacionário e mercado fechado que não mais refletem a realidade atual.

De acordo com Wheelwright (1985 *apud* MUELLER, 1996), a maioria dos métodos de previsão de séries temporais se baseia na suposição de que observações passadas contém todas as informações sobre o padrão de comportamento da série temporal, sendo esse padrão recorrente no tempo.

Dentre os produtos de grande relevância para o estado do Ceará encontra-se o milho, pois além de estar incorporado à dieta básica das famílias dos produtores é bastante utilizado pela população urbana (alimento rico em energia e de preço relativamente baixo). Também é um componente fundamental na ração de animais de grande significado na geração de renda, emprego e alimentos, nos setores de avicultura e suinocultura.

A cultura do milho é muito importante no estado do Ceará, seja sob o ponto de vista alimentar ou como opção econômica de exploração agrícola em pequenas propriedades familiares, sendo importante também como atividade de ocupação da mão de obra agrícola familiar. As pequenas propriedades são determinantes na produção, haja vista que no Ceará cerca de 90% dos estabelecimentos produtores são da agricultura familiar de acordo com o Censo Agropecuário 2006, gerando uma produção de 1.421.786 toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006). O milho também gera renda e emprego no setor agrícola estadual por ser cultivável em todas as regiões e por se adaptar facilmente aos diversos tipos de solo e clima existentes no Ceará.

Por esses motivos, o objetivo principal deste trabalho é identificar um modelo de previsão do preço do milho produzido no estado do Ceará, a fim de auxiliar os agricultores cearenses na tomada de decisões e na criação de políticas de incentivos para esse produto. Essas previsões podem servir de suporte para as instituições financeiras, visando sua linha de financiamento para os agricultores.

O trabalho está dividido, além da introdução, em uma seção que descreve a produção de milho. Na próxima seção são apresentados alguns trabalhos na área de

previsão de produtos agropecuários. Na seção seguinte são descritos a metodologia e base de dados utilizados na análise. Em seguida são colocados os resultados obtidos pelo procedimento econométrico, que são interpretados e discutidos. Por fim, as considerações finais.

2 A PRODUÇÃO DE MILHO DO ESTADO DO CEARÁ

O Estado do Ceará possui uma área total de 148.886,3 km², situando-se na Região Nordeste do Brasil, tendo como Estados limítrofes o Piauí a Oeste, o Rio Grande do Norte e a Paraíba a Leste, Pernambuco ao Sul e o Oceano Atlântico ao Norte. Possui localização estratégica devido sua proximidade com a Europa, América do Norte e ainda com o Continente Africano, garantindo grande fluxo turístico internacional e boas condições para o desenvolvimento do comércio exterior.

Em relação a sua divisão político-administrativa, o Ceará é composto por 184 municípios e 20 Microrregiões Administrativas, destacando-se as Regiões Metropolitanas de Fortaleza e do Cariri, constituídas de 19 e 9 municípios respectivamente.

O clima predominante no estado é o Tropical Quente Semiárido, abrangendo 98 (53%) das 184 sedes municipais. Esse tipo climático possui características de escassez e irregularidade pluviométrica associado a altas taxas de evapotranspiração, condições tornam o estado susceptível ao fenômeno das secas. Os recursos hídricos apresentam-se, em sua maioria, insuficientes e intermitentes, exibindo níveis comprometedores de poluição, decorrentes principalmente dos grandes centros urbanos, das indústrias e do uso de técnicas agrícolas rudimentares.

Os solos preponderantes no território cearense são os Neossolos e os Argissolos, cobrindo 36% e 25% da área do estado, respectivamente. Em geral, as condições edáficas no Ceará são frágeis com solos de pouca profundidade, deficiência hídrica e, principalmente, vulnerabilidade à erosão. Esses solos, associados às severas condições climáticas, exigem maiores cuidados na exploração dos recursos naturais, sendo a implantação de unidades de conservação a forma mais eficiente de proteção/preservação desses recursos. No estado encontram-se implantadas 69 unidades de conservação (Federais, Estaduais, Municipais e Particulares).

O Ceará apresenta grande diversidade paisagística em suas unidades geoambientais. As superfícies sertanejas submetidas à semiaridez apresentam predominância da vegetação da caatinga, já as regiões serranas como o Pico Alto de Guaramiranga (1.112m) e o Pico da Serra Branca (1.154m) possuem condições edáficas e climáticas melhores e podem ser classificadas como paisagens de exceção

no contexto do semiárido. Há ainda as paisagens litorâneas, com ocorrência de dunas e mangues, que detêm temperaturas mais amenas e maiores índices pluviométricos.

2.1 Produção de milho

O milho (*Zeamays*) é originário da atual região do México, tendo sido consumido pelos povos americanos desde 5000 a.C. Foi a base da alimentação de maias, incas e astecas, que o cultivavam e o utilizavam também na arte e religião. O grão se expandiu para o mundo com a chegada dos europeus à América, sendo levado por Cristóvão Colombo à Europa e por navegadores portugueses para a Ásia.

Atualmente, é cultivado e consumido em quase todos os continentes. O milho também já era cultivado pelos índios (principalmente guaranis), antes da chegada dos portugueses ao Brasil, em 1500. Mais recentemente, por volta da década de 1950, o milho perdeu preferência na mesa do brasileiro por conta de uma grande campanha em favor do trigo e, atualmente, apesar de o consumo vir aumentando, ainda está longe de ser comparado ao do México ou ao de países do Caribe (ABIMILHO, 2017b).

O milho é uma espécie de fácil plantio e colheita, sendo conhecidas 150 espécies diferentes. É uma boa fonte energética para o organismo, rico em vitaminas, proteínas, gorduras, amido e carboidratos, sendo amplamente utilizado na cozinha brasileira, particularmente na nordestina (para fazer mingaus, cuscuz, polenta, fubá, canjica, pamonha e outros). Apesar do grande uso culinário, quem mais demanda milho é a indústria de ração animal (suínos, aves, bovinos e peixes). O processamento industrial mantém a casca do grão, rica em fibras (ao contrário do trigo e do arroz, que necessitam de refino para o consumo humano), originando uma gama de produtos como: milho em conserva, óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais. O milho tem ainda outras aplicações na indústria de biocombustíveis, farmacêutica e química (ABIMILHO, 2017a).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de milho, perdendo apenas para Estados Unidos e China. Completam o grupo dos seis maiores, Argentina, Ucrânia e México, concentrando 79% (799 milhões de toneladas) da produção de milho do planeta, em 2016/2017 (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2017b). A produção mundial de milho está estimada em 1,04 bilhão de toneladas (-

2,9% em relação à safra passada), enquanto o consumo, em 1,07 bilhão (+0,4%) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 201a). A produção nacional prevista para a atual safra (2017/2018) é de 92,2 milhões de toneladas, redução de 5,7% em relação à safra anterior (ou 5,6 milhões de toneladas), numa área total de 17 milhões de hectares, 3% inferior à da safra 2016/2017 (-528 mil hectares) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2017b).

O Brasil deverá ter área de milho 3% menor que na safra 2016/2017 (17,6 para 17 milhões de hectares), fato que se repete em todas as regiões (variando entre -8% e 0,5%). A grande produção na safra anterior fez com que as cotações caíssem, e os produtores ajustassem a área, considerando também as pretensões de plantio da soja, que geralmente alcança melhores preços. Com produção e área menores, a produtividade brasileira de milho deverá cair 2,8% (de 5.562 kg/ha para 5.405 kg/ha), assim como todas as regiões, que devem perder entre -0,2% e -5,2% da safra anterior para a de 2017/2018. A maior queda prevista é para o Nordeste (-5,2%), de 2.567 kg/ha para 2.433 kg/ha, o menor índice regional. A produtividade mais elevada encontra-se na região Sul, com previsão de 6.274 kg/ha, 4,7% menor que a da safra anterior, que tem também o estado de maior produtividade no País, Santa Catarina, com 7.414 kg/há (-9,1% em relação à safra passada) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2017b).

O milho tem duas safras, a primeira (e principal) no verão, e a segunda, de inverno, chamada 'safrinha'. O plantio é zoneado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e tem alto potencial produtivo, se observada a época correta do plantio, que sofre influência da temperatura (a planta tende a ter a mesma do ambiente que a envolve), da umidade (apesar de ser exigente em água, pode ser cultivada em regiões onde as precipitações vão de 250 mm a 5.000 mm anuais, sendo geralmente uma cultura de sequeiro), do fotoperíodo (tempo de exposição da planta à luz solar) e da radiação solar (em cuja absorção o milho é uma planta muito eficiente, fixando gás carbônico pela fotossíntese). O período de plantio, na região Sul, é de agosto a setembro; no Centro-Oeste e Sudeste, de outubro a novembro. Na região Nordeste (principalmente no Estado do Ceará), o plantio é concentrado no entre os meses de janeiro a março na sua quadra chuvosa.

A cadeia produtiva do milho constitui-se de: setor de insumos (fornecedores de defensivos, fertilizantes, sementes, máquinas); produção propriamente dita

(produtores familiares ou empresariais); armazenamento (cooperativas e armazéns públicos ou privados); processamento (o primário abrange indústria de rações animais, de produção de amido, fubás e flocos de milho; o secundário, outros produtos finais, cereais, misturas para bolos); distribuição (para atacado e varejo, externo e interno); consumo (da propriedade rural até a indústria química); ambiente institucional (legislação e mecanismos governamentais de comercialização); ambiente organizacional (órgãos ligados à assistência técnica, crédito e pesquisa) (LEÃO, 2014).

A região nordeste detém maior parcela dos estabelecimentos familiares na produção de milho do País 58%, segundo resultados do censo agropecuário de 2006. A Tabela 1 mostra a evolução da produção de milho no Brasil de 2009 a 2017 e em Estados selecionados.

Tabela 1 – Produção de milho no Brasil, por região e por estados selecionados - Ton

REGIÃO/UF	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17(*)	2017/18(*)
NORTE	1.286,5	1.415,5	1.652,4	1.672,3	1.821,2	2.561,0	1.966,8	2.702,1	2.688,6
NORDESTE	4.273,6	6.128,0	4.364,0	4.859,8	7.574,5	6.243,1	3.435,4	6.681,3	6.364,8
MA	562,1	879,7	731,6	1.309,4	1.725,9	1.469,2	874,4	1.951,9	1.979,7
PI	353,6	705,1	787,2	542,8	1.029,4	1.064,3	739,5	1.386,3	1.201,4
CE	175,1	949,3	73,9	98,1	401,3	151,4	163,8	418,9	342,3
RN	9,2	49,4	2,6	4,7	20,5	7,5	7,7	10,2	13,2
PB	6,3	97,0	4,2	26,3	35,4	20,3	20,1	8,6	40,0
PE	125,6	190,9	24,1	15,8	94,0	58,2	22,2	54,6	66,9
AL	41,8	51,1	22,4	21,9	27,5	30,3	19,1	25,1	26,2
SE	722,8	928,1	543,7	941,5	1.058,2	668,5	140,7	812,0	596,3
BA	2.277,1	2.277,4	2.174,3	1.899,3	3.182,3	2.773,4	1.447,9	1.983,7	2.098,8
CENTRO OESTE	16.906,8	17.315,6	31.116,3	35.910,6	35.053,8	39.582,1	28.244,4	48.873,7	47.784,6
MT	8.118,10	7.619,70	5.610,40	19.893,0	18.049,4	20.763,4	15.271,6	28.867,0	28.041,7
MS	3.737,3	3.423,2	6.576,4	7.820,7	8.179,6	9.282,9	6.269,5	9.870,6	9.759,6
GO	4.796,0	6.009,8	8.575,9	7.696,1	7.999,1	8.993,9	6.430,5	9.644,2	9.431,4
SUDESTE	10.715,6	10.952,3	12.800,0	12.677,7	10.728,4	11.061,2	9.794,3	12.447,9	11.604,1
MG	6.083,6	6.526,7	7.807,4	7.452,2	6.943,0	6.864,5	5.921,0	7.520,9	6.986,4
SP	4.540,3	4.327,0	4.901,2	5.150,8	3.714,6	4.166,2	3.828,5	4.883,3	4.576,7
SUL	22.835,6	21.595,5	23.046,8	26.385,3	24.873,8	25.225,0	23.089,7	27.137,8	23.780,4
PR	13.443,3	12.247,7	16.757,1	17.642,4	15.671,8	15.862,9	14.484,9	17.837,8	16.214,9
SC	3.798,4	3.571,5	2.947,0	3.359,4	3.485,0	3.189,1	2.712,1	3.263,2	2.462,9
RS	5.593,9	5.776,3	3.342,7	5.383,5	5.717,0	6.173,0	5.892,7	6.036,8	5.102,6
BRASIL	56.018,1	57.406,9	72.979,5	81.505,7	80.051,7	84.672,4	66.530,6	97.842,8	92.222,5

Fonte: CONAB (2017a).

Nota: (*) previsão, em dezembro.

Nessa tabela percebe-se que o Ceará é o 5º produtor no Nordeste e o 13º produtor quando comparado ao Brasil como um todo. Percebe-se que no Estado do Ceará há uma grande variação tanto na produção como na área plantada (dados da Tabela 2) ao longo do período analisado.

Tabela 2 – Área de milho no Brasil, por região e por estados selecionados – em mil ha

REGIÃO/UF	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17 ⁽¹⁾	2017/18 ⁽¹⁾
NORTE	514,0	521,7	569,5	528,3	551,2	667,3	573,2	713,0	711,2
NORDESTE	2.648,7	3.147,7	2.421,5	2.325,5	2.899,7	2.675,4	2.425,2	2.602,9	2.616,1
MA	382,4	477,6	454,6	506,7	606,4	514,3	354,3	491,7	511,0
PI	309,9	349,6	351,6	379,8	405,0	406,4	492,5	467,4	467,4
CE	535,6	723,0	520,6	408,7	480,6	480,6	460,2	514,0	514,0
RN	37,0	73,5	7,6	13,3	32,4	25,9	25,0	29,2	29,2
PB	69,6	157,2	39,8	53,1	76,6	62,9	84,6	86,5	86,5
PE	272,5	298,3	205,8	94,5	228,6	214,7	184,6	158,0	158,0
AL	58,0	57,2	29,7	34,4	31,0	30,1	28,3	37,2	37,2
SE	176,8	221,4	206,8	206,6	226,6	176,2	177,0	172,0	172,0
BA	806,9	789,9	605,0	628,4	812,5	764,3	618,7	646,9	640,8
CENTRO-OESTE	3.723,3	3.857,5	5.291,8	6.202,9	6.202,2	6.480,2	7.067,4	8.014,7	7.947,0
MT	1.990,10	1.898,40	2.739,90	3.424,7	3.298,2	3.416,5	3.800,1	4.639,1	4.631,0
MS	887,5	992,8	1.267,7	1.509,0	1.574,5	1.635,5	1.681,0	1.787,9	1.774,9
GO	812,5	933,9	1.241,9	1.215,8	1.240,5	1.363,0	1.521,1	1.520,7	1.474,9
SUDESTE	2.113,3	2.146,0	2.242,3	2.203,0	2.106,5	2.060,7	2.051,3	2.138,9	1.998,8
MG	1.192,3	1.205,4	1.312,8	1.268,6	1.326,0	1.277,6	1.208,4	1.267,0	1.147,9
SP	879,5	899,1	891,9	904,4	753,8	762,7	827,3	856,0	835,3
SUL	3.994,6	4.133,2	4.653,0	4.569,6	4.069,3	3.809,3	3.805,4	4.122,2	3.790,5
PR	2.250,1	2.485,8	3.002,8	3.047,3	2.566,2	2.456,8	2.612,4	2.917,0	2.750,0
SC	593,5	548,2	536,7	489,0	471,9	411,5	370,0	400,3	332,2
RS	1.151,0	1.099,2	1.113,5	1.033,3	1.031,2	941,0	823,0	804,9	708,3
BRASIL	12.993,9	13.806,1	15.178,1	15.829,3	15.828,9	15.692,9	15.922,5	17.591,7	17.063,6

Fonte: CONAB (2017a).

Nota: ⁽¹⁾ previsão, em dezembro.

A Tabela 3 nos mostra o avanço na produtividade da cultura do milho no Brasil e em Estados selecionados entre as safras 2009/2010 a 2016/2017. Pode-se observar que dentro do período apresentado a produtividade do Estado do Ceará teve um crescimento de 149,23% e de 59,14% para a região Nordeste.

Tabela 3 – Produtividade de milho no Brasil, por região e por estados selecionados – em Kg/ha

REGIÃO/UF	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17 ⁽¹⁾	2017/18 ⁽¹⁾
NORTE	2.503	2.713	2.902	3.166	3.304	3.838	3.431	3.790	3.781
NORDESTE	1.613	1.947	1.802	2.090	2.612	2.333	1.417	2.567	2.433
MA	1.470	1.842	1.609	2.584	2.846	2.857	2.468	3.970	3.874
PI	1.141	2.017	2.239	1.429	2.542	2.619	1.502	2.966	2.570
CE	327	1.313	142	240	835	315	356	815	666
RN	248	672	337	355	633	288	309	348	453
PB	91	617	106	496	462	322	237	446	463
PE	461	640	117	167	411	271	120	345	423
AL	720	893	754	637	887	1.007	674	674	705
SE	4.088	4.192	2.629	4.557	4.670	3.794	795	4.721	3.467
BA	2.822	2.883	3.594	3.022	3.917	3.629	2.340	3.067	3.275
CENTRO-OESTE	4.541	4.489	5.880	5.789	5.652	6.108	3.996	6.098	6.013
MT	4.079	4.014	5.697	5.809	5.473	6.077	4.019	6.223	6.055
MS	4.211	3.448	5.188	5.183	5.195	5.676	3.730	5.521	5.499
GO	5.903	6.435	6.905	6.330	6.448	6.599	4.228	6.342	6.395
SUDESTE	5.071	5.104	5.708	5.755	5.093	5.368	4.775	5.820	5.806
MG	5.102	5.415	5.947	5.874	5.236	5.373	4.900	5.936	6.086
SP	5.162	4.813	5.495	5.695	4.928	5.462	4.628	5.705	5.479
SUL	5.717	5.225	4.953	5.774	6.113	6.622	6.068	6.583	6.274
PR	5.975	4.927	5.580	5.790	6.107	6.457	5.545	6.115	5.896
SC	6.400	6.515	5.491	6.870	7.385	7.750	7.330	8.152	7.414
RS	4.860	5.255	3.002	5.210	5.544	6.560	7.160	7.500	7.204
BRASIL	4.311	4.158	4.808	5.149	5.057	5.396	4.178	5.562	5.405

Fonte: CONAB (2017a).

Nota: ⁽¹⁾ previsão, em dezembro.

As cotações do milho são mais relacionadas com a demanda interna que com a externa, já que o maior direcionamento da produção do milho (cerca de 70%) é o mercado interno, mas não deixa de sofrer influências do ambiente internacional. Outro fator que pode afetar o preço do milho é o preço da soja, geralmente mais remunerador, que pode levar o produtor a optar pela segunda e diminuir a área plantada do primeiro. Os preços internacionais são puxados pela produção norte-americana, que representa 35% da produção mundial.

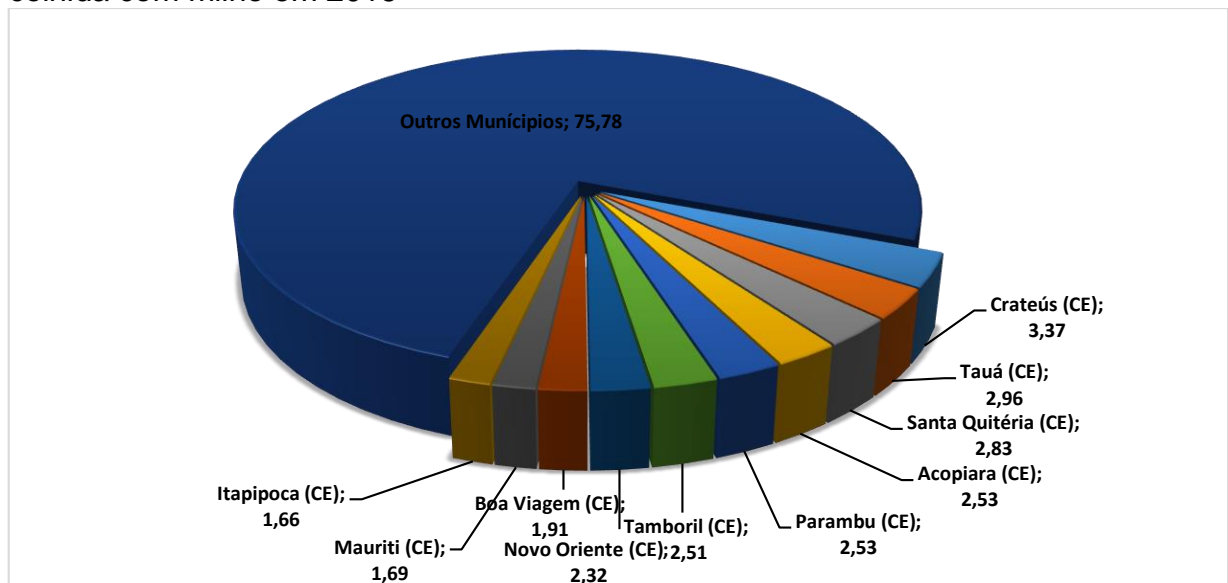
De acordo com os dados levantados da Conab (2017a), espera-se que a produção de milho no Estado do Ceará chegue a 342,3 toneladas, em uma área plantada de 514,0 mil há, alcançando uma produtividade média de pouco mais de 666 Kg/há, valor inferior à média nacional. O crescimento da produção de milho é

consequência, principalmente, do aumento da demanda interna para utilização na avicultura, suinocultura e bovinocultura.

O Estado do Ceará registrou um aumento na área colhida com milho, passando de 355.871 ha em 2013, para 473.696 ha em 2016. Este acréscimo na área colhida representou um aumento de 33,10% na quantidade de hectares com a cultura. A área estadual sofreu oscilações no decorrer do período, apresentando elevação na maioria dos municípios. O município de Santa Quitéria, demonstrou maior evolução entre os principais concentradores de área colhida no período (5.342,68%), seguido dos municípios de Caridade e Tabuleiro do Norte, respectivamente 3.242,85 e 2.297,84%.

Em 2016, a área determinada para o cultivo do milho sofreu uma elevação na maioria dos municípios. O município de Crateús passou a ser principal concentrador de área colhida com milho (3,37%), seguido pelos municípios de Tauá (2,96%), Santa Quitéria (2,83%), Acopiara (2,53%), Parambu (2,53%), Tamboril (2,51%) e o Novo Oriente (2,32%). A concentração de área dos demais municípios cearenses é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Participação percentual dos principais municípios cearenses na área colhida com milho em 2016

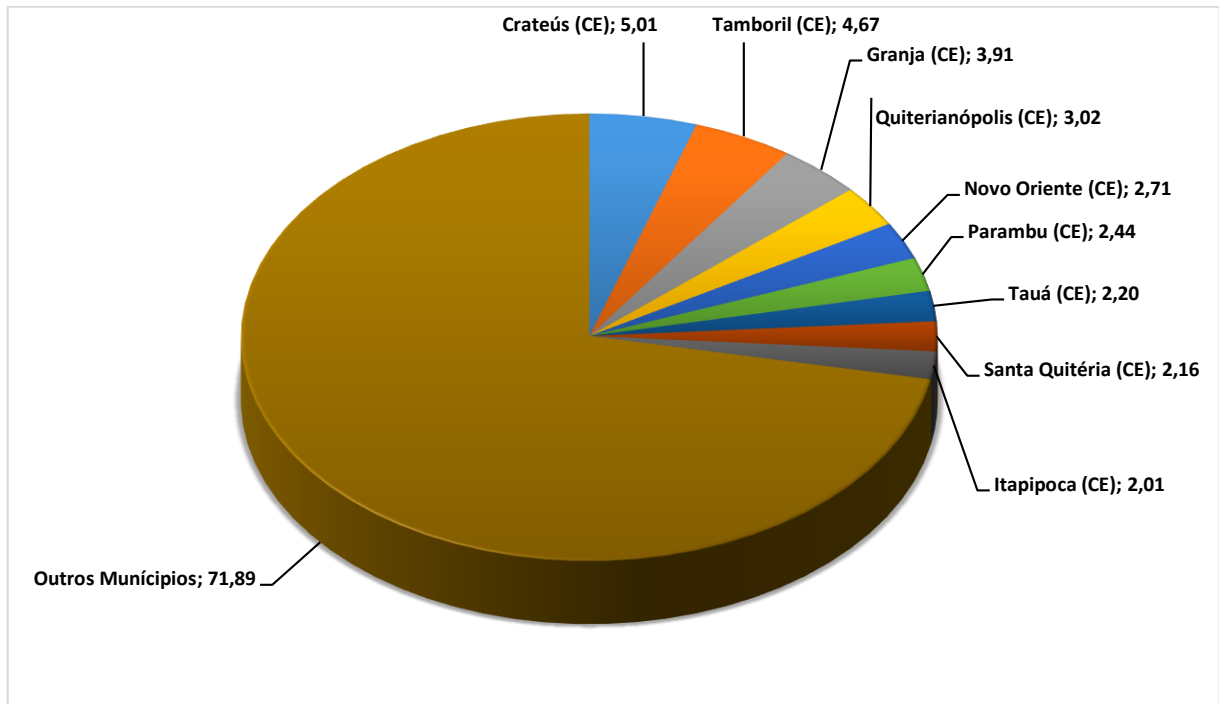


Fonte: Produção Agrícola Municipal (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

O Estado do Ceará, segundo dados do IBGE, produziu cerca de 112.741 toneladas de milho em 2013, aumentando expressivamente sua produção em 2014

(347.828 toneladas). A cultura do milho demonstrou ser fundamental importância na sobrevivência da agricultura familiar cearense, encontrando-se presente em todos os municípios do Estado. O município de Crateús aparece, em 2016 como o principal produtor estadual, produzindo por volta de 5.742 toneladas de milho. Em relação à evolução da produção de milho no Estado do Ceará, pode-se perceber que o Estado apresentou uma evolução de 1,72%, no período entre 2013 e 2016. O município de Caridade foi o que apresentou maior evolução da produção entre os municípios, com 8.457,14%, em seguida aparecem os municípios de Groaíras, com 3.520,0% e Tabuleiro do Norte 3.288,89%. Em relação à participação de cada município na produção estadual pode-se constatar que, em 2016, o município de Crateús era líder na produção de milho no estado do Ceará, contribuindo com 5 % da produção estadual, vindo em seguida o município de Tamboril, com 4,66%, seguido de Granja, com 3,90% deste Total (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Gráfico 2 – Participação percentual dos principais municípios cearenses na produção de milho em 2016



Fonte: Produção Agrícola Municipal (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

3 TRABALHOS DE SÉRIES TEMPORAIS COM PREVISÃO DE PREÇOS DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS

A literatura econômica sobre previsão de preço de produtos agropecuários é bastante extensa, dado a importância do peso desse parâmetro para os produtores.

Fachinello e Bacchi (2006), estimam um modelo de previsão univariado, com horizonte de seis meses, para a série preço médio real de leite pago aos produtores. Para isso, o autor utiliza a metodologia de Box-Jenkins e modelos autorregressivos integrados com média móvel (ARIMA). Dentre seus resultados verifica-se que apesar de os preços do leite pago aos produtores de Santa Catarina serem resultado de um conjunto de variáveis relacionadas a aspectos do mercado desse produto, não consideradas nos modelos univariados, esses demonstram ser uma ferramenta bastante útil para previsões no curto prazo, dada a sua simplicidade e capacidade preditiva. Além do mais, modelos de previsão com variáveis explicativas necessitam de valores futuros das variáveis consideradas, exigindo, assim, modelos de previsão para tais variáveis, o que torna mais complexa a análise. É importante mencionar que os modelos univariados apresentam, quase sempre, elevada eficiência para previsões um passo à frente, que são úteis, muitas vezes, para a tomada de decisão dos agentes do setor.

Essa mesma metodologia é utilizada em vários outros estudos de previsão de preços do setor agropecuário brasileiro. Por exemplo, foi usado na previsão do preço do frango inteiro resfriado no grande atacado do estado de São Paulo (CLEMENTE; CAMPOS; CORDEIRO, 2006); do preço da borracha natural no Brasil (SOARES *et al.*, 2008), do preço médio mensal do feijão recebido pelo produtor brasileiro (TEIXEIRA; PINTO, 2008); na previsão para o preço médio mensal do cacau recebido pelo produtor brasileiro (ALBUQUERQUE; MORAES, 2007); do preço médio de varejo de carne de frango para o estado de São Paulo (COSTA; PAVÃO, 2009), dentre outros.

Arêdes e Oliveira (2009), realizou uma análise empírica sobre o poder de previsão dos modelos SARIMA, GARCH e TARCH para o preço recebido pelo produtor de suíno utilizando a série de preços no período de 06/1994 a 08/2007 no Estado do Paraná. Os modelos analisados podem ser utilizados como instrumentos mais seguros na tomada de decisão no curto prazo para os agentes, uma vez que os

modelos são capazes de realizarem previsões mensais com pequena margem de erro. Assim, os agentes podem alocar melhores seus recursos, elevando suas margens de retorno e diminuindo os riscos da atividade. Dentre esses modelos o que gerou melhor previsão foi o modelo TARCh, por apresentar baixo erro percentual de previsão médio.

Araujo, Aredes e Santos (2012), avaliou a eficácia dos modelos de séries temporais ARIMA (Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis) e SARIMA (Modelo Sazonal Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis) na previsão de preços do boi gordo em Campos dos Goytacazes-RJ. Para isso, foi usada a metodologia de Box-Jenkins para a modelagem da série de preços do boi gordo na localidade, sendo o poder de previsão dos modelos medido pelo indicador Erro Quadrado Médio de Previsão (EQMP). De acordo com os resultados, conclui-se que os modelos são instrumentos eficazes na previsão dos preços do boi, especialmente o modelo SARIMA que apresentou o menor EQMP.

Soares, Sousa e Silva (2012), em um estudo para o estado do Ceará com o objetivo de apresentar modelos de previsões mensais do preço da castanha de caju, utilizou a metodologia de Box & Jenkins e rede neurais. Os resultados mostraram que o melhor modelo para previsão dos preços foi o ARIMA, obtido pelo método de Box & Jenkins, o qual apresentou erro médio percentual menor em comparação com redes neurais artificiais.

Tibulo e Tibulo (2014) comparam a previsão dos modelos ARIMA e da técnica de Alisamento Exponencial de Holt-Winters, aplicados a série histórica do preço médio mensal do milho no Rio Grande do Sul. Seus resultados mostram que o modelo Holt-Winters aditivo mesmo que por muita pouca diferença apresentou melhores resultados para previsões do preço do milho em comparação ao modelo ajustado ARIMA.

Nomelini e Resende (2017), utilizam modelos de séries temporais para prever a produção brasileira de milho para os próximos anos, até a safra de 2025/2026. Essas previsões também foram obtidas através da metodologia de Box & Jenkins e modelos univariados.

Segundo Pinheiro, Tavares e Oliveira (2017), prever o futuro proporciona vantagens econômicas, competitivas e auxilia gerencialmente a prever as mutações do patrimônio, neste sentido, a previsão é capaz de fazer a diferença em uma decisão,

auxiliando o usuário a se posicionar e confirmar ou corrigir expectativas. Ao analisar séries contínuas históricas de preços nominais mensais da saca de sessenta quilos do arroz irrigado e sequeiro no Estado do Paraná, desde o ano de 1995 até 2015 para realizar previsões com intuito de gerar informação relevante na tomada de decisão dos produtores, proprietários de engenho de beneficiamento, investidores, seguradoras, órgãos governamentais e organizações do terceiro setor.

Silva (2018) prevê o comportamento dos preços médios recebidos pelo produtor da commodity café arábica brasileiro, através da metodologia de Box-Jenkins e dados dessa variável de janeiro de 2005 a dezembro de 2016, com periodicidade mensal.

Percebe-se que há uma série de estudos que utilizam modelos do tipo ARIMA e SARIMA para a previsão de preços de produtos agropecuários e que a grande maioria reporta uma eficiência preditiva, em termos de erros de previsões médios.

4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Nessa dissertação, utiliza-se a série de preços do produto agrícola milho sequeiro do estado do Ceará com informações entre janeiro de 2005 a dezembro de 2017.

4.1 Base de dados

Esses dados têm como fonte o levantamento sistemático de preços ao produtor, uma base de dados do IBGE seção Ceará. O preço médio do Estado do Ceará foi obtido através da média de preços dos 184 municípios produtores de milho sequeiro.

A Tabela 4, apresenta a estatística descritiva do Preço do Milho no Estado do Ceará durante o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2017, deflacionado pelo IPCA em R\$(1,00). Observamos que a média durante o período foi de R\$ 0,79. A série apresenta uma mediana de R\$ 0,80 com desvio-padrão de 0,089.

Tabela 4 – Estatística descritiva do preço do milho no Estado do Ceará em R\$ 1,00

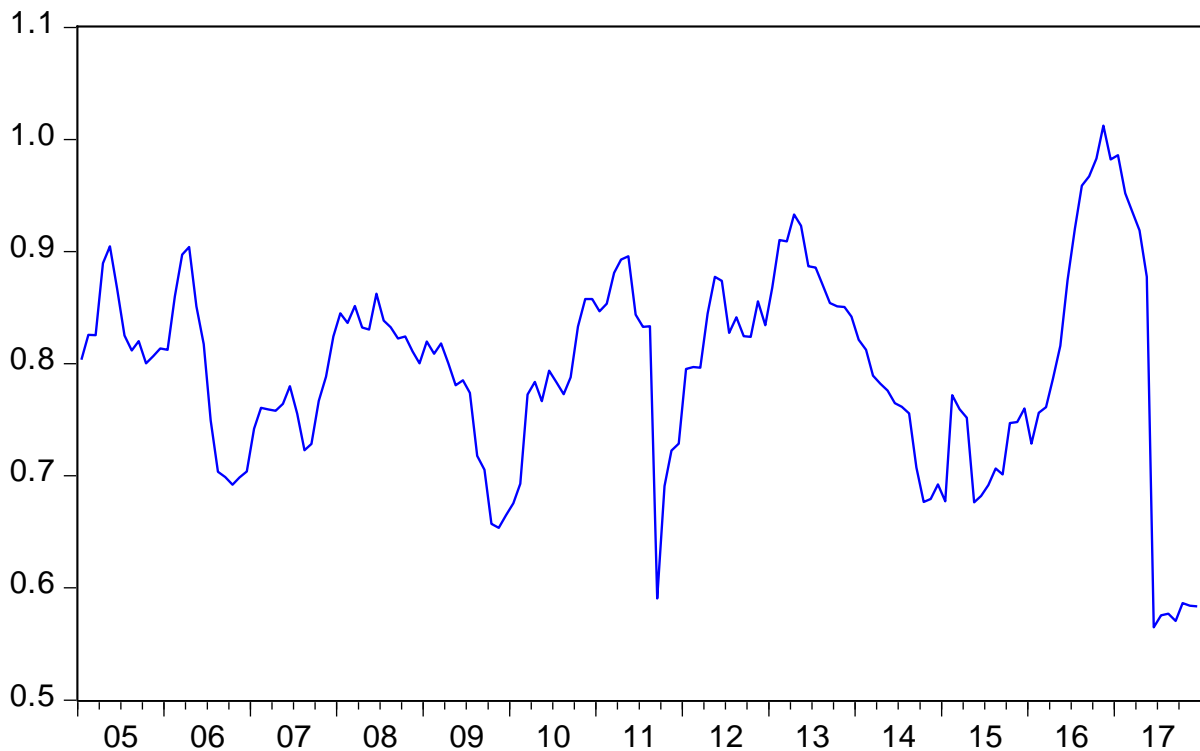
Medidas	Valores em R\$
Média	0,795
Mediana	0,805
Desvio Padrão	0,089
Mínimo	0,564
Máximo	1,012

Fonte: Elaborado pelo autor com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017).

O Gráfico 3 mostra a evolução do preço do milho do estado do Ceará durante o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2017 deflacionado pelo IPCA em R\$ (1). A série em nível foi utilizada para as estimações dos modelos descritos na metodologia desta dissertação.

Gráfico 3 – Série de preço do milho no Estado do Ceará deflacionados pelo IPCA entre janeiro de 2005 a dezembro de 2017 em R\$ 1,00

Preço do Milho



Fonte: Elaborado pelo autor com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017).

4.2 Metodologia

O objetivo principal desse trabalho é utilizar modelos do tipo ARIMA e SARIMA para previsão do preço médio do milho no estado do Ceará. Há características e instrumentos que podem ser checados e utilizadas para se obter um modelo de séries temporais, os quais serão apresentados em seguida.

As séries temporais, segundo Stock e Watson (2004), são dados coletados para uma única entidade em múltiplos pontos no tempo. Em séries temporais, a hipótese de que o futuro será como o passado é importante e se denomina estacionariedade. Segundo os autores, há dois tipos mais importantes de não estacionariedade: o primeiro refere-se ao fato de que as séries podem ter movimentos persistentes de longo prazo, ou seja, as séries podem apresentar tendências, e o segundo refere-se a quebras estruturais, ou seja, pode haver mudança de regime no período compreendido pela análise dos dados. Estes fatores influenciam e deterioram o poder de explicação das previsões e inferências relativas à análise de séries

temporais. Portanto, torna-se indispensável, para a geração de um modelo com significativo poder explicativo, que se identifiquem os fatos geradores de não estacionariedade e aplique as metodologias indicadas para tornar os dados estacionários, absorvendo assim as características da série de gerando um melhor modelo.

Portanto, para se trabalhar com análise de séries temporais, o primeiro passo é identificar se os dados a serem utilizados são estacionários ou não. Há dois conceitos de estacionariedade. O conceito de estacionariedade estrita (ou fortemente estacionário), implica que todos os momentos da distribuição do processo são constantes no tempo. No conceito de estacionariedade em segundo grau (ou fracamente estacionário), o qual será utilizado nesse estudo, a variável é estacionária (fracamente) se suas médias, variâncias e autocovariâncias são finitos e independentes do tempo.

Para esta primeira etapa pode-se utilizar uma análise gráfica que pode dar uma ideia sobre a estacionariedade ou não da série a ser trabalhada. Entretanto, esta análise pode deixar dúvidas e um mecanismo mais eficiente e mais utilizado que se torna de grande poder explicativo é o teste de raiz unitária. Há várias metodologias propostas para testar essa hipótese, as mais utilizadas são os testes de Dickey e Fuller Aumentado (ADF) e o de Phillips e Perron (PP).

Esses testes se baseiam na estimação de um processo autoregressivo, como por exemplo os das equações abaixo:

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \rho Y_{t-1} + \gamma_1 \Delta Y_{t-2} + \gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \gamma_p \Delta Y_{t-p} + u_t$$

Com o auxílio da regressão acima, testa-se a hipótese de raiz unitária, ou seja $H_0: \rho = 0$. Esta especificação é adequada para testar essa hipótese na amostra utilizada neste trabalho. Como mostra o Gráfico 1, a série de preço de milho analisada apresenta uma média diferente de zero e não apresenta tendência. A hipótese alternativa de que não há raiz unitária é expressa como $H_A: \rho < 0$.

Para tornar uma série com uma raiz unitária em uma série estacionária devemos aplicar a primeira diferença da série, ou seja: $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$. Caso a série possua “d” raízes unitárias devemos repetir esse processo “d” vezes, o qual corresponde em aplicar a d-ésima diferenciação na série, para torna-las estacionária

Uma vez com a série estacionária, pode-se utilizar as funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) como um primeiro passo na identificação do modelo ARIMA e SARIMA apropriado para a variável em análise. As próximas subseções apresentam os modelos ARIMA e a metodologia Box-Jenkins.

4.3 Modelos AR, MA e ARIMA

Um modelo autoregressivo (AR) apresenta como variáveis explicativas as defasagens da variável dependente. Um modelo com p defasagens, (AR(p)) pode ser representado como,

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Onde ε_t é um erro (choque) aleatório do tipo ruído branco. Como toda equação em diferenças, um modelo AR pode ser não estacionário e para checar se este é o caso, o teste de raiz unitária descrito anteriormente é utilizado.

Em um modelo de média móvel (MA), as variáveis explicativas são os choques (erros) do passado. Um modelo MA com q choques do passado (MA(q)) é usualmente representado como,

$$y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \theta_3 \varepsilon_{t-3} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (6)$$

O processo MA é sempre estacionário. Esses dois processos podem ser combinados, formando um modelo conhecido como ARMA (p, q) e representado por:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (9)$$

No caso em que a variável analisada deve ser previamente diferenciada d vezes para tornar-se estacionária, o modelo ARMA passa a ser denominado de ARIMA (p, d, q).

A escolha do tamanho p e q é baseada na função de autocorrelação da variável em questão, diferenciando o número de vezes necessárias para torná-la estacionária.

Segundo Ferreira (1996), as previsões produzidas pelos modelos ARIMA apresentam várias qualidades, dentre as quais se destacam as seguintes: (i) previsões geradas a partir, unicamente, da variável dependente; (ii) baixo custo e (iii) eficiência. As principais desvantagens consistem na dificuldade de interpretação econômica dos parâmetros autogressivos e de média móvel e, no uso de juízo de valor na construção dos modelos (determinação da ordem p e q).

4.4 A Metodologia de BOX-JENKINS

A metodologia proposta por Box e Jenkins (1976), consiste em aplicar alguns passos e algumas ferramentas para se chegar a um modelo ARIMA (p,d,q) que se ajuste bem ao processo gerador dos dados. Segundo Enders (1995) a metodologia de Box-Jenkins popularizou-se como um método que objetiva selecionar, a partir de estágios, o modelo mais apropriado para estimação e previsão em uma série temporal univariada.

Segundo Gujarati (2005), através da metodologia de Box-Jenkins pode-se definir se a série trabalhada segue um processo AR, ou um processo MA, ou um processo ARMA, ou ainda se segue um processo ARIMA.

O objetivo de B-J [Box-Jenkins] é identificar e estimar um modelo estatístico que possa ser interpretado como tendo gerado os dados amostrais. Se esse modelo estimado será usado para previsão, devemos supor que as características desse modelo são constantes no tempo, e particularmente no período futuro. Assim, a razão simples de se necessitar de dados estacionários é que qualquer modelo que é inferido a partir desses dados pode ser interpretado como estacionário ou estável, fornecendo assim uma base válida para a previsão. (POKORNY, 1987 *apud* GUJARATI, 2005, p. 744).

Esta metodologia divide-se em quatro etapas:

- Identificação: etapa em que são definidas as ordens do modelo;
- Estimativa: etapa em que são estimados os parâmetros do modelo;
- Checagem de diagnóstico: etapa em que é verificada a confiabilidade dos parâmetros estimados; e,
- Previsão: etapa em que é realizada a aplicação do modelo para fins de previsão.

A primeira etapa é a identificação. Esta etapa refere-se à maneira de descobrir os valores de p , d e q no modelo. Para esta etapa são fundamentais duas

ferramentas: a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (FACP). Segundo Fava (2000), o coeficiente de autocorrelação existente entre Y_t e Y_{t-k} é dado pela covariância existente entre os dois períodos e a variância de Y_t . O coeficiente de autocorrelação pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\rho_k = \frac{Cov(Y_t, Y_{t-k})}{V(Y_t)} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

Segundo a autora, a sequência de pares (k, ρ_k) , $k = 1, 2, \dots$, é denominada de função de autocorrelação. Nesta função não se considera os valores negativos dado que os valores de $\rho_k = \rho_{-k}$.

A outra ferramenta usada na etapa de identificação é a função de autocorrelação parcial (FACP). Segundo Gujarati (2005), a FACP busca medir a autocorrelação entre observações distanciadas por k períodos, sendo que, os efeitos da autocorrelação presentes nos n períodos entre o Y_t e Y_{t-k} são eliminados.

De acordo com Fava (2000), o coeficiente de autocorrelação parcial é representado por ρ_{kk} e é estimado pelo último coeficiente utilizado em um processo AR (p), onde $p=1,2,3,\dots,k$.

De acordo com Gujarati (2005), os processos estocásticos AR (p), MA (q) e ARMA (p,q) apresentam padrões típicos de FAC e FACP e estes padrões permitem, a partir da observação destas funções, definir qual tipo de processo que gera a série em que se está trabalhando. Estes padrões típicos podem ser resumidos no seguinte quadro:

Quadro 1 – Padrões Típicos de Comportamento da FAC e FACP

Tipo de Modelo	Padrão Típico de FAC	Padrão Típico de FACP
AR (p)	Declina exponencialmente ou com padrão de onda senoidal amortecida, ou ambos.	Picos significativos através das defasagens p .
MA (q)	Picos significativos através das defasagens.	Declina exponencialmente.
ARMA (p,q)	Declínio exponencial.	Declínio exponencial.

Fonte: Extraído de Gujarati (2005).

Uma vez realizado o processo de estimação dos parâmetros, tem-se a etapa da verificação, ou seja, nesta etapa busca-se analisar se o modelo identificado

e estimado é adequado. Para esta análise, Fava (2000) cita duas formas mais comuns, que são a análise dos resíduos e a avaliação da ordem do modelo.

A partir da análise dos resíduos, sabe-se que eles devem comportar-se como ruídos brancos se o modelo for identificado e estimado de maneira adequada. Para isto, seus coeficientes de autocorrelação devem ser estatisticamente iguais a zero. Para identificar se cumprem esta exigência pode-se realizar testes individuais ou conjuntos para os coeficientes de autocorrelação. É recomendado também que se analise o gráfico dos resíduos para identificar se eles cumprem a exigência de variância constante.

O teste individual é realizado pela seguinte equação:

$$r_k(\hat{\varepsilon}) = \frac{\sum_{t=k+1}^n \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-k}}{\sum_{t=1}^n \hat{\varepsilon}_t^2}$$

Na equação acima, r_k é o coeficiente de autocorrelação do resíduo, que segue a distribuição normal e $\hat{\varepsilon}$ é o termo de erro estimado. O teste conjunto, segundo Fava (2000), pode ser realizado pela estatística Q de Ljung-Box e é expressa pela seguinte equação:

$$Q^*(K) = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{r_k^2(\hat{\varepsilon})}{n-k}$$

Nesta equação, $Q(K)$ tem distribuição χ^2 com K-p-q graus de liberdade. Segundo Enders (1995), se o valor da estatística Q calculada exceder o valor da distribuição χ^2 é sinal que pelo menos um valor de r_k é estatisticamente diferente de zero.

Pelo método da avaliação da ordem do modelo deve-se obedecer ao critério da parcimônia, ou seja, o modelo não deve apresentar parâmetros em excesso. Neste critério a existência de parâmetros excessivos é verificada com base

no erro-padrão. Sendo assim, se o valor do parâmetro estimado for reduzido frente o seu erro-padrão, indica que não há significância estatística do referido parâmetro anunciando uma possível super especificação, indicando que o modelo deve apresentar menos parâmetros. Por outro lado, se adiciona mais parâmetros e eles são significativos estatisticamente, pode indicar que há subespecificação no modelo.

Uma vez realizada as três etapas: identificação, estimação e verificação, parte-se para a última etapa da metodologia Box-Jenkins, a previsão. Nesta etapa, segundo Fava (2000), consiste na realização de previsões para a serie Y_t em instantes de tempo posteriores a n . A previsão de Y 1 períodos a frente será determinada pela esperança condicional de Y_{n+1} .

A metodologia Box-Jenkins não é aconselhável para previsões de longo prazo, visto que, nesta metodologia as previsões com prazos mais estendidos estarão baseadas em valores já previstos, diminuindo assim o seu poder de acerto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com todos os dados levantados e estabelecida a metodologia a ser aplicada na presente dissertação, será nessa seção discutido e apresentado os resultados obtidos a partir da metodologia utilizada. Inicialmente, deve-se verificar a presença ou não de estacionaridade da série de dado utilizada, pois a metodologia ARIMA só pode ser aplicada em série de dados estacionárias. Para identificar o modelo apropriado a ser utilizado foi realizada a análise do gráfico da série temporal estudada.

Desta forma, o primeiro passo consiste no teste da hipótese de raiz unitária. De acordo com o Gráfico 1, utiliza-se para esse teste uma regressão auxiliar com intercepto, mas sem uma tendência determinística.

O p valor do teste ADF é de 0,105 enquanto que o do teste de Phillips-Perron é de 0,03 como mostra a Tabela 5. Em outras palavras, esse último teste rejeita a hipótese nula de raiz unitária ao nível de confiança de 5%. Desta forma, opta-se por utilizar a série em nível e um modelo ARMA para realizar previsões da mesma.

Tabela 5 – Teste de Phillips-Perron para a Série preço do milho no estado do Ceará deflacionado pelo IPCA

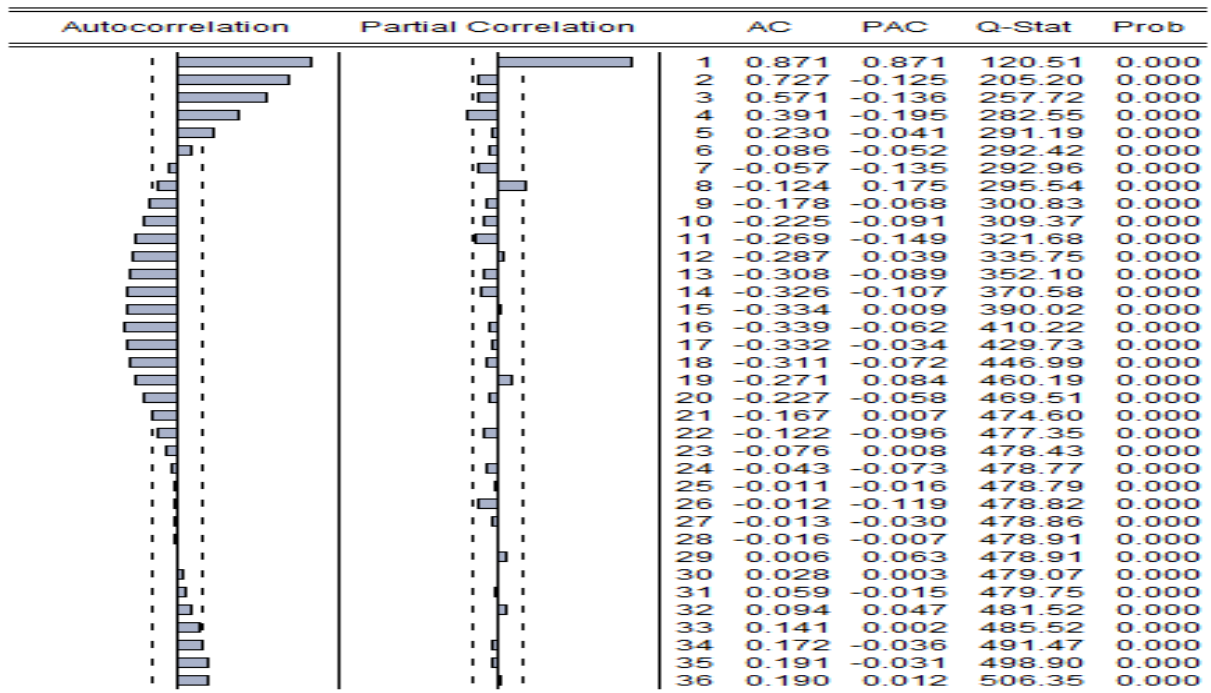
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.118247	0.0272
Test criticalvalues:		
1% level	-3.472813	
5% level	-2.880088	
10% level	-2.576739	

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Com a finalidade de encontrar o melhor modelo para previsão, analisa-se o Gráfico 4 o qual apresenta a FAC e FACP do preço médio do milho no Ceará. De acordo com esse correlograma, há vários possíveis modelos ARMA(p,q) que podem ser utilizados para a previsão dessa variável. A FACP sugere p=1,2,3 ou 4, enquanto a FAC indica q=1,2,3 ou 4.

Gráfico 4 – Correlograma em Nível do preço do milho no Estado do Ceará



Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

Os resultados do modelo escolhido encontram-se na Tabela 6. A análise do modelo ARIMA(2,1) mostrou que os coeficientes autoregressivos são significantes a 1%, enquanto o de média móvel (MA(1)) é insignificante do ponto de vista estatístico. Esse resultado corrobora o de outros estudos que mostram que nem sempre os modelos bem especificados são os que geram melhores previsões em termos de RMSE.

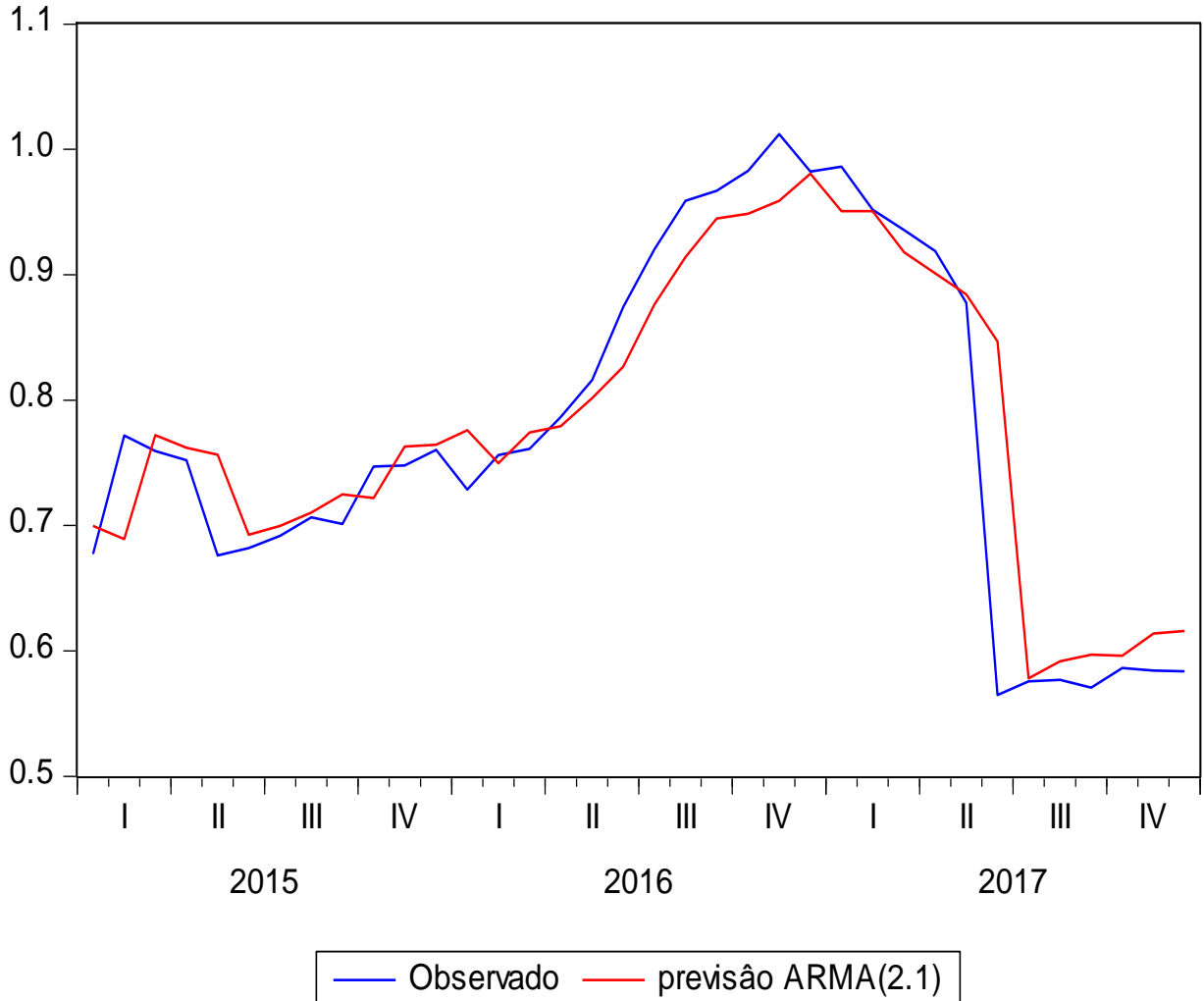
Tabela 6 – Estimação do Modelo ARIMA (2,1) para o preço do milho no Estado do Ceará no período estudado

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.797299	0.008034	99.23866	0.0000
AR(1)	1.848676	0.057059	32.39929	0.0000
AR(2)	-0.868452	0.053194	-16.32609	0.0000
MA(1)	-0.999998	368.4691	-0.002714	0.9978
R-squared	0.759388	Meandependent var		0.800757
Adjusted R-squared	0.751018	S.D. dependent var		0.066861
S.E. of regression	0.033362	Akaikeinfocriterion		-3.891121
Sum squared resid	0.128001	Schwarz criterion		-3.774976
Log likelihood	238.4673	Hannan-Quinn criter.		-3.843954
F-statistic	90.73675	Durbin-Watson stat		1.940977
Prob (F-statistic)	0.000000			

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

O Gráfico 5 mostra os valores observados e os previstos pelo modelo ARMA(2,1). Percebe-se que além dos valores previstos estarem próximos dos valores observados, as previsões também acompanham a direção da mudança na maior parte dessa amostra.

Gráfico 5 – Resultados da Previsão do preço do milho no Estado do Ceará com ARIMA(2,1)

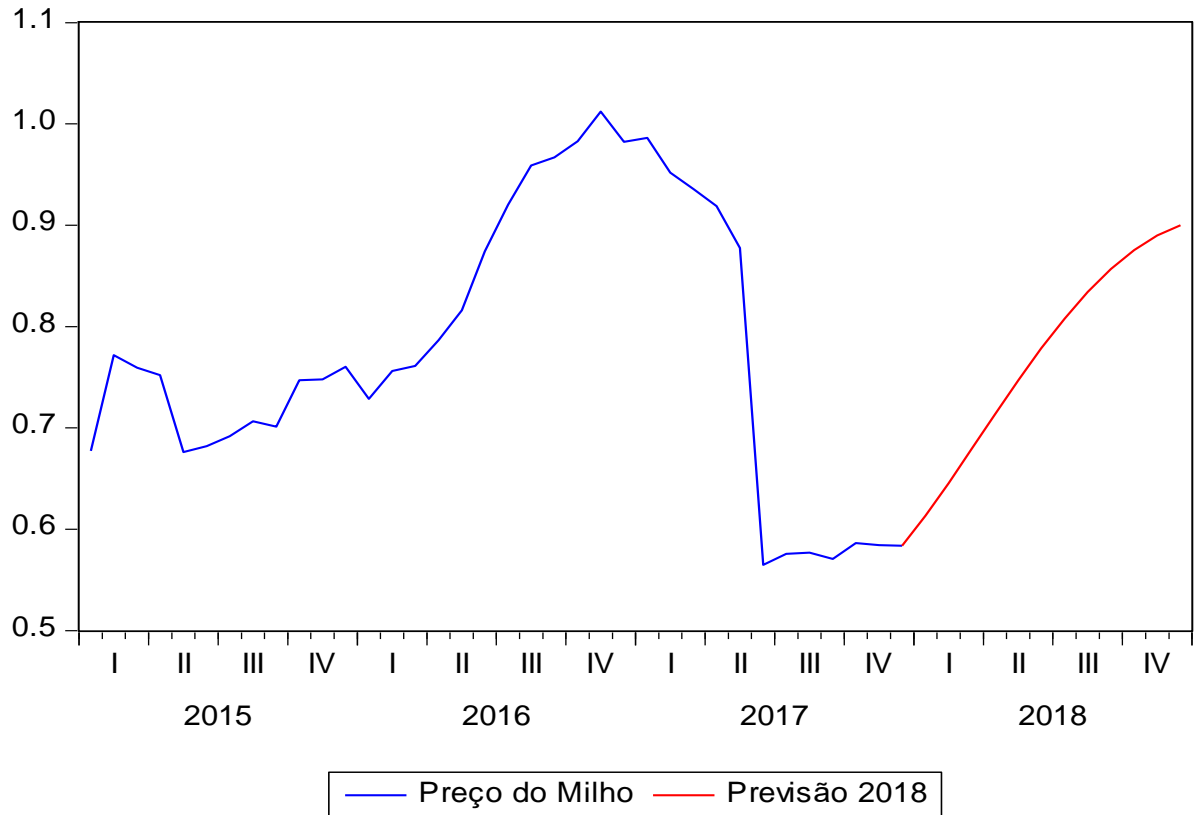


Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

Depois de selecionado o modelo ARMA(2,1) como preditor da variável em análise, esse modelo foi novamente estimado com todas as observações até então disponíveis, ou seja de 2005.01 à 2017.12 e previsões ex-ante para 2018.01 à 2018.12 foram realizadas. O Gráfico 6 mostram a evolução dessa previsão. De acordo com essas previsões, nesse período o preço médio do milho será de aproximadamente R\$ 0,61 em janeiro; R\$ 0,64 em fevereiro; R\$ 0,67 em março; R\$ 0,71 em abril; R\$ 0,74

em maio; R\$ 0,77 em junho; R\$ 0,80 em julho; R\$ 0,83 em agosto; R\$ 0,85 em setembro; R\$ 0,87 em outubro; R\$ 0,88 em novembro e R\$ 0,90 em dezembro.

Gráfico 6 – Previsão do Preço Médio do Milho no Estado do Ceará para Janeiro à Dezembro de 2018 (em R\$ 1,00)



Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve por objetivo analisar a série de dados do preço médio do milho no estado do Ceará durante o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2017, e dentre os vários modelos que foram estimados, escolheu-se o modelo ARMA (2,1) para gerar previsões ex-ante para o período de 2018.01 à 2018.12.

A principal característica de um modelo ARMA é a mensuração da dependência temporal da série analisada que neste estudo é o preço médio do milho, em relação ao seu passado. Em outras palavras, esse tipo de modelo tenta capturar a dinâmica passada da variável e utilizá-la para prever o futuro da mesma.

De acordo com os resultados obtidos por esse modelo a previsão para 2018 é de recuperação para a variável em análise. Em 2017 estes preços (deflacionados) caíram de um valor de aproximadamente R\$1,00 nos meses próximos a novembro de 2016, para algo em torno de R\$ 0,57 a partir de junho de 2017. De acordo com as evidências empíricas encontradas neste trabalho o preço médio do milho em 2018 será de aproximadamente R\$ 0,61 em janeiro; R\$ 0,64 em fevereiro; R\$ 0,67 em março; R\$ 0,71 em abril; R\$ 0,74 em maio; R\$ 0,77 em junho; R\$ 0,80 em julho; R\$ 0,83 em agosto; R\$ 0,85 em setembro; R\$ 0,87 em outubro; R\$ 0,88 em novembro e R\$ 0,90 em dezembro. Ou seja, espera-se que no fim do ano de 2018 o preço (deflacionado) desse produto volte ao patamar de novembro de 2016.

Há várias formas de dar continuidade a esse estudo. Como dito anteriormente, a metodologia utilizada usa apenas os movimentos da própria série para realizar previsões. Entretanto, outras variáveis como índice pluviométrico, preços em outros mercados, renda, entre outras podem influenciar na explicação e previsão do preço médio do milho no Ceará. Portanto, estudos futuros que verifiquem se há uma melhor eficiência preditiva ao se considerar essas variáveis são interessantes e podem ajudar na elaboração de cenários futuros dessa variável.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO. **Estatística, oferta e demanda**. São Paulo, 2017a. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em 5 nov. 2017.

ABIMILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. São Paulo, 2017b. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/milho/cereal>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ALBUQUERQUE, A. P.; MORAES, Marcel Castro de. Modelagem econométrica para a previsão do preço futuro do cacau: abordagem ARIMA. **Revista do Centro de Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 13, p. 2, 2007.

ARAUJO, S. J.; AREDES, A. F.; SANTOS, V. F. Previsão de preços do boi gordo com modelos ARIMA e SARIMA. **Revista de Economia da Universidade Estadual de Goiás**, Anápolis, v. 8, p. 27-44, 2012.

ARÊDES, A. F.; OLIVEIRA, A. A. S. Modelos de previsão aplicado ao mercado de carne suína. **Revista de Economia da Universidade Estadual de Goiás**, Anápolis, v. 5, p. 1-21, 2009.

BOX, G.P.; JENKINS, G.M. **Time series analysis, forecasting and control**. San Francisco: Ed. HoldenDay, 1976.

CLEMENTE, Ademir; CAMPOS, Paulo André Calvanti; CORDEIRO, Agnaldo Antônio Lopes de. Aplicação do modelo ARIMA para previsão do preço do frango inteiro resfriado no grande atacado do estado de São Paulo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 13., 2006, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo horizonte: IISE, 2006. p. 21-21. Tema: Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **2º. Levantamento da safra brasileira de grãos 2017/2018**. Brasília, DF, 2017a. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_09_00_19_boletim_graos_agosto_2017-.pdf. Acesso em: 10 nov. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Milho**: conjuntura semanal. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_11_29_10_22_03_conjuntura_semanal_de_milho_20.pdf. Acesso em: 28 nov. 2017.

COSTA, J. S.; PAVÃO, A. R. Modelo de previsão de Box-Jenkins para o preço médio da carne de frango no varejo para o Estado de São Paulo. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 15, p. 63-80, 2009.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley & Sons, 1995.

FACHINELLO, A. L.; BACCHI, M. R. P. Determinação de um modelo de previsão univariado para preços de leite pagos aos produtores em Santa Catarina. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 24, p. 47-62, 2006.

FAVA, V. L. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. *In*: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. (org.). **Manual de econometria**. São Paulo, Atlas, 2000.

FERREIRA, R. T. **Modelo de análise de séries temporais para previsão do ICMS mensal do Ceará**. 1996. Dissertação (Mestrado em Economia) – Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1996.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**. Ripo de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. Acesso em: 6 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa agrícola municipal – PAM 2006-2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 6 out. 2017.

LEÃO, H. C. S. **Análise setorial grãos: milho**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2014.

MUELLER, Alessandro. **Uma aplicação de redes neurais artificiais na previsão do mercado acionário**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

NOMELINI, Q. S. S.; RESENDE, L. F. S. Modelagem via séries temporais da produção de milho no Brasil. *In*: REUNIÃO ANUAL DA RBRAS, 62., 2008, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2017. v. 62.

PINHEIRO, D. R. O.; TAVARES, M.; OLIVEIRA, K. G. Previsão de preços para a cultura do arroz irrigado e sequeiro do estado do Paraná utilizando séries temporais. *In*: CONGRESSO UFU DE CONTABILIDADE, 2., 2017, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: UFU, 2017. Tema: Mercado financeiro, de crédito e de capitais.

PINTO, P. L. A.; MAIA, S. F. Previsão do preço das commodities agrícolas brasileiras: uma abordagem por modelos univariados. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2008, Rio Branco. **Anais [...]**. Piracicaba: SOBER, 2008. Tema: Amazônia mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão.

SILVA, C. A. G. Previsão do preço da commodity café arábica: uma aplicação da metodologia Box-Jenkins. **Revista Espacios**, Caracas, v. 39, n. 4, p. 18, 2018.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; LIMA, J. E.; CORDEIRO, S. A. Análise de previsões do preço da borracha natural no Brasil. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v. 36, p. 285-294, 2008.

SOARES, N. S.; SOUSA, E. P.; SILVA, M. L. Análise de previsões de preços da castanha de caju no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 43, p. 487-500, 2012.

STOCK, J.; WATSON, M. **Econometria**. São Paulo: Pearson, 2004.

TEIXEIRA, G. S.; PINTO, P. A. L. A. Análise de quebra estrutural e previsão do preço do feijão recebido pelo produtor no Brasil. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2008, Rio Branco. **Anais** [...]. Piracicaba: SOBER, 2008. Tema: Amazônia mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão.

TIBULO, C.; TIBULO, V. C. Previsão do preço do milho, através de séries temporais. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 10, p. 10, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Grain**: world markets and trade. Washington, DC, 2017a. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, supply and distribution (PSD) on line**. Washington, DC, 2017b. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 28 nov. 2017.

ANEXO A – TABELAS COMPLEMENTARES

Tabela 7 – Modelos Testados para a Série preço do milho no Estado do Ceará deflacionado pelo IPCA

Modelos	RMSE	Modelos	RMSE	Modelos	RMSE	Modelos	RMSE
AR(1)	0.060384	ARMA(1,1)	0.059947	ARMA(3,1)	0.057682	ARCH(1)	0.062464
AR(2)	0.059824	ARMA(1,2)	0.059523	ARMA(3,2)	0.060427	ARCH(2)	0.061180
AR(3)	0.059105	ARMA(1,3)	0.061253	ARMA(3,3)	0.061206	ARCH(3)	0.064626
AR(4)	0.059242	ARMA(1,4)	0.061361	ARMA(3,4)	0.058863	ARCH(4)	0.061274
MA(1)	0.095095	ARMA(2,1)	0.056131	ARMA(4,1)	0.060570	GARCH(1)	0.061532
MA(2)	0.077251	ARMA(2,2)	0.058617	ARMA(4,2)	0.060458	GARCH(2)	0.061535
MA(3)	0.069750	ARMA(2,3)	0.061393	ARMA(4,3)	0.060937	GARCH(3)	0.061540
MA(4)	0.065997	ARMA(2,4)	0.058788	ARMA(4,4)	0.057631	GARCH(4)	0.071457

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da pesquisa.

Tabela 8 – Agricultura familiar, segundo as variáveis selecionadas - Ceará - 2006

Variáveis selecionadas	Agricultura familiar - Lei nº 11.326	Não familiar
Estabelecimentos	252.316	26.123
Quantidade produzida(Kg)	1.421.786.291	174.400.528
Área colhida (ha)	832.527	114.854
Valor da produção (R\$)	463.511.553	58.709.562

Fonte: Censo Agropecuário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

Tabela 9 – Área colhida, municípios do Estado do Ceará - 2013 a 2016 - em grãos

Unidade da Federação e Município	2013	2014	2015	2016
Ceará	355.871	472.059	495.682	473.696
Abaiara (CE)	1.436	1.490	738	500
Acarape (CE)	339	425	395	380
Acaraú (CE)	2.300	2.154	2.375	2.399
Acopiara (CE)	10.810	10.820	15.000	12.000
Aiuaba (CE)	4.744	7.533	7.400	7.070
Alcântaras (CE)	545	300	450	580
Altaneira (CE)	1.010	890	700	1.000
Alto Santo (CE)	-	41	229	403
Amontada (CE)	4.666	4.960	5.200	4.680
Antonina do Norte (CE)	299	900	400	900
Apuiarés (CE)	427	865	900	1.000
Aquiraz (CE)	45	161	128	70
Aracati (CE)	507	860	796	566
Aracoiaba (CE)	907	3.026	1.566	1.770
Ararendá (CE)	1.200	1.190	1.600	1.640
Araripe (CE)	2.008	2.900	2.800	3.400
Aratuba (CE)	865	1.100	1.130	1.150
Arneiroz (CE)	630	1.448	1.810	1.790
Assaré (CE)	5.332	5.100	4.600	2.500
Aurora (CE)	3.040	2.300	600	2.265
Baixio (CE)	582	628	526	521
Banabuiú (CE)	300	540	880	840
Barbalha (CE)	449	718	538	500
Barreira (CE)	430	480	450	370
Barro (CE)	928	1.094	1.000	1.574
Barroquinha (CE)	844	1.003	1.000	600
Baturité (CE)	2.621	3.620	3.590	3.500
Beberibe (CE)	1.750	2.100	2.580	1.716
Bela Cruz (CE)	3.116	3.340	3.350	3.266
Boa Viagem (CE)	6.696	9.989	13.753	9.038
Brejo Santo (CE)	3.874	2.046	1.900	3.723
Camocim (CE)	2.696	3.340	3.292	3.000
Campos Sales (CE)	5.500	5.500	3.800	4.200
Canindé (CE)	6.594	10.405	10.122	7.016
Capistrano (CE)	2.535	4.592	3.635	3.570
Caridade (CE)	112	1.853	5.255	3.744
Cariré (CE)	2.967	2.592	3.195	3.511
Caririaçu (CE)	1.216	1.216	1.100	1.072
Cariús (CE)	1.363	2.500	2.400	2.000
Carnaubal (CE)	900	500	350	700
Cascavel (CE)	600	800	540	690
Catarina (CE)	3.120	3.060	3.500	2.900

Continua

Continuação

Unidade da Federação e Município	2013	2014	2015	2016
Catunda (CE)	2.037	4.532	5.295	5.300
Caucaia (CE)	1.603	2.500	1.050	2.240
Cedro (CE)	717	2.870	1.336	893
Chaval (CE)	492	400	410	375
Choró (CE)	420	741	1.500	928
Chorozinho (CE)	403	1.112	1.090	1.075
Coreaú (CE)	1.130	1.080	1.200	1.400
Crateús (CE)	6.849	17.159	16.090	15.950
Crato (CE)	2.220	3.000	2.000	2.500
Croatá (CE)	1.300	1.865	1.008	1.010
Cruz (CE)	1.600	1.650	1.570	1.648
Deputado Irapuan Pinheiro (CE)	2.960	4.745	4.717	3.430
Ererê (CE)	460	563	700	1.150
Eusébio (CE)	45	30	29	18
Farias Brito (CE)	2.200	4.125	2.250	3.500
Forquilha (CE)	820	1.200	1.400	2.000
Fortaleza (CE)	2	3	3	-
Fortim (CE)	496	420	760	730
Frecheirinha (CE)	1.600	1.020	1.400	1.200
General Sampaio (CE)	728	820	819	815
Graça (CE)	2.065	2.730	3.000	2.000
Granja (CE)	8.655	7.500	7.050	7.000
Granjeiro (CE)	529	595	610	360
Groaíras (CE)	100	1.000	950	960
Guaiúba (CE)	500	1.110	588	1.055
Guaraciaba do Norte (CE)	1.300	1.720	1.490	1.500
Guaramiranga (CE)	90	115	110	120
Hidrolândia (CE)	3.906	7.245	7.070	7.030
Horizonte (CE)	233	132	345	320
Ibaretama (CE)	625	1.187	2.000	1.205
Ibiapina (CE)	1.500	820	1.100	1.130
Ibicuitinga (CE)	1.314	2.000	2.300	1.800
Icapuí (CE)	140	190	285	121
Icó (CE)	5.221	7.880	7.880	6.050
Iguatu (CE)	2.038	5.330	4.500	5.000
Independência (CE)	2.200	8.100	6.880	6.600
Ipaporanga (CE)	1.200	4.158	4.055	4.000
Ipaumirim (CE)	1.179	1.329	1.012	720
Ipu (CE)	5.300	4.000	4.000	4.100
Ipueiras (CE)	2.500	2.391	2.800	2.800
Iracema (CE)	-	875	1.000	1.010
Irauçuba (CE)	3.680	3.448	2.705	5.000
Itaiçaba (CE)	110	230	190	90

Continua

Continuação

Unidade da Federação e Município	2013	2014	2015	2016
Itaitinga (CE)	250	300	260	220
Itapajé (CE)	2.067	2.080	1.930	2.000
Itapipoca (CE)	7.539	8.500	9.000	7.850
Itapiúna (CE)	1.367	3.844	2.716	3.092
Itarema (CE)	2.200	1.800	1.800	1.805
Itatira (CE)	4.746	4.108	3.710	3.620
Jaguaretama (CE)	1.200	1.050	1.065	1.500
Jaguaribara (CE)	110	192	200	300
Jaguaribe (CE)	390	900	1.100	990
Jaguaruana (CE)	605	230	900	550
Jardim (CE)	1.935	3.700	3.750	2.800
Jati (CE)	694	1.276	142	747
Jijoca de Jericoacoara (CE)	760	720	445	440
Juazeiro do Norte (CE)	633	633	664	599
Jucás (CE)	1.402	3.580	3.000	2.340
Lavras da Mangabeira (CE)	1.058	1.638	2.226	2.033
Limoeiro do Norte (CE)	1.350	681	3.702	-
Madalena (CE)	506	4.100	9.675	4.003
Maracanaú (CE)	153	173	173	170
Maranguape (CE)	1.801	1.963	1.913	1.339
Marco (CE)	1.785	1.570	1.580	1.500
Martinópolis (CE)	1.286	1.290	1.200	1.190
Massapê (CE)	850	2.000	1.650	1.280
Mauriti (CE)	5.240	3.514	8.000	7.995
Meruoca (CE)	432	230	140	150
Milagres (CE)	2.340	2.689	2.227	2.220
Milhã (CE)	2.876	2.800	3.100	3.500
Miraíma (CE)	966	-	665	750
Missão Velha (CE)	3.327	3.956	4.000	4.000
Mombaça (CE)	5.886	8.000	7.000	6.812
Monsenhor Tabosa (CE)	3.000	5.873	5.500	5.415
Morada Nova (CE)	4.359	4.777	3.720	5.010
Moraújo (CE)	326	450	500	400
Morrinhos (CE)	1.754	1.520	1.590	1.438
Mucambo (CE)	2.176	1.808	1.850	2.210
Mulungu (CE)	670	895	910	920
Nova Olinda (CE)	2.300	1.600	1.700	1.670
Nova Russas (CE)	1.140	1.039	1.000	1.057
Novo Oriente (CE)	6.880	11.394	11.500	11.000
Ocara (CE)	453	2.301	1.216	1.341
Orós (CE)	1.792	2.215	2.000	1.970
Pacajus (CE)	-	200	515	128
Pacatuba (CE)	500	175	55	580

Continua

Continuação

Unidade da Federação e Município	2013	2014	2015	2016
Pacoti (CE)	235	358	500	400
Pacujá (CE)	945	500	950	945
Palhano (CE)	85	1.060	895	650
Palmácia (CE)	300	590	470	350
Paracuru (CE)	928	980	800	120
Paraipaba (CE)	2.592	4.320	4.746	4.271
Parambu (CE)	9.000	9.705	10.500	12.000
Paramoti (CE)	937	1.680	3.200	2.700
Pedra Branca (CE)	4.480	5.500	6.793	5.600
Penaforte (CE)	300	300	320	700
Pentecoste (CE)	875	3.000	3.003	2.200
Pereiro (CE)	1.800	2.279	2.299	2.300
Pindoretama (CE)	225	140	150	210
Piquet Carneiro (CE)	2.444	2.600	2.600	3.530
Pires Ferreira (CE)	3.300	3.130	1.225	1.525
Poranga (CE)	720	658	670	700
Porteiras (CE)	2.006	1.183	1.720	2.478
Potengi (CE)	1.116	2.000	1.300	2.500
Potiretama (CE)	-	-	-	-
Quiterianópolis (CE)	4.390	4.813	4.900	6.500
Quixadá (CE)	1.220	2.474	1.800	3.000
Quixelô (CE)	1.113	2.510	2.100	2.000
Quixeramobim (CE)	5.060	4.000	10.880	7.800
Quixeré (CE)	606	130	845	657
Redenção (CE)	1.282	1.573	1.310	1.300
Reriutaba (CE)	3.500	3.185	2.866	3.152
Russas (CE)	300	1.288	1.014	1.134
Saboeiro (CE)	956	2.600	1.800	2.450
Salitre (CE)	3.000	3.000	2.350	2.400
Santana do Acaraú (CE)	1.279	3.200	3.500	3.800
Santana do Cariri (CE)	3.300	2.295	2.000	1.800
Santa Quitéria (CE)	246	8.648	17.206	13.389
São Benedito (CE)	1.400	1.000	1.490	1.000
São Gonçalo do Amarante (CE)	1.658	1.772	1.500	760
São João do Jaguaribe (CE)	136	245	360	146
São Luís do Curu (CE)	778	890	700	900
Senador Pompeu (CE)	4.535	8.050	7.850	5.528
Senador Sá (CE)	351	400	500	450
Sobral (CE)	3.979	3.768	3.470	3.600
Solonópole (CE)	3.660	6.245	5.291	4.485
Tabuleiro do Norte (CE)	93	895	1.400	2.230
Tamboril (CE)	4.300	5.210	10.650	11.900
Tarrafas (CE)	2.300	1.610	1.160	1.810

Continua

Continuação

Unidade da Federação e Município	2013	2014	2015	2016
Tauá (CE)	9.260	11.900	11.000	14.000
Tejuçuoca (CE)	996	1.981	2.100	2.600
Tianguá (CE)	1.116	2.103	1.953	1.988
Trairi (CE)	2.884	2.784	3.500	3.675
Tururu (CE)	1.194	2.000	2.200	1.900
Ubajara (CE)	1.500	930	907	1.180
Umari (CE)	875	964	712	687
Umirim (CE)	1.612	2.800	2.015	2.700
Uruburetama (CE)	525	525	600	550
Uruoca (CE)	3.281	2.800	2.100	2.000
Varjota (CE)	1.600	1.400	1.758	1.900
Várzea Alegre (CE)	2.324	2.645	2.645	2.750
Viçosa do Ceará (CE)	3.100	3.380	3.000	3.215

Fonte: Produção Agrícola Municipal (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).