

# Metodologia box-jenkins aplicada ao setor habitacional: um estudo de caso

## *Box-jenkins methodology applied to the housing sector: a case study*

Cristiane Melchior<sup>1</sup>  
Mayara Rohenkohl Ricci<sup>2</sup>  
Fernanda Beazi de Andrade<sup>3</sup>  
Roselaine Ruviano Zanini<sup>4</sup>

### Resumo

O setor habitacional tem participação no desenvolvimento econômico e social, contribuindo para o amparo às famílias. O estudo apresenta uma análise exploratória acerca dos contratos de financiamento imobiliário realizados no Brasil com recursos do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo. O propósito deste estudo foi investigar o comportamento e prever os financiamentos habitacionais no país por meio de um modelo para séries temporais. Para isto foram utilizados os registros mensais, de janeiro/2010 a março/2017, obtidos na Câmara Brasileira da Indústria da Construção, ajustando modelos por meio da metodologia ARIMA. O modelo que melhor se ajustou para a interpretação do comportamento da série foi um autorregressivo, com a presença de médias móveis e a aplicação de duas diferenças para caracterizar a estacionariedade da série em estudo, tratando-se, portanto, de um modelo ARIMA (1,2,1). O comportamento da série refletiu o impacto político advindo das trocas de governo analisadas desde o governo Lula até o governo de Temer.

**Palavras-chave:** Financiamentos habitacionais; Série temporal; Metodologia ARIMA.

### Abstract

The housing sector has participation in economic and social development, contributing to the support of families. The study presents an exploratory analysis about real estate financing agreements made in Brazil with funds from the Brazilian Savings and Loan System. The purpose of this study was to investigate the behavior and predict housing financing in the country through a time series model. For this, the monthly records, from January 2010 to March 2017, were obtained from the Brazilian Chamber of Construction Industry, adjusting models through the ARIMA methodology. The model that best fit the interpretation of the behavior of the series was an autoregressive one, with the presence of moving averages and the application of two differences to characterize the stationarity of the series under study, being, therefore, an ARIMA model (1,2,1). The behavior of the series reflected the political impact coming from the exchanges of government analyzed from the Lula government to the Temer government.

**Keyword:** Housing finance; Temporal series; ARIMA Methodology.

<sup>1</sup>Doutoranda em Administração pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS  
crrmelchior@gmail.com

<sup>2</sup>Mestra em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
maya.ricci@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
feandrade.adm@gmail.com

<sup>4</sup>Doutora em Epidemiologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS  
rrzanini63@gmail.com

## 1 Introdução

Conquistar a casa própria é sonho de milhões de brasileiros. Visando atender a este sonho, impulsionando o desenvolvimento econômico e social, surge o Sistema Financeiro Habitacional (SFH). Porém, a crise econômica instaurada em diversos momentos na economia brasileira, o aumento do custo de vida e o crédito escasso prometem adiar este planejamento das famílias brasileiras.

Com a perspectiva de mudar o cenário econômico e social surgem programas de moradia popular, como o Minha Casa Minha Vida (MCMV), visando atender principalmente famílias de baixa renda que vivem em condições precárias. Essa iniciativa do Governo Federal oferece condições atrativas para o financiamento habitacional urbano, permitindo o acesso à moradia e impulsionando o desenvolvimento do país.

Neste contexto, os métodos de previsão de demanda de financiamentos habitacionais surgem para auxiliar empresas particulares, entidades sem fins lucrativos e órgãos governamentais na otimização dos processos organizacionais. Neste contexto, a previsão da demanda consiste em um processo metodológico com o objetivo de definir dados futuros baseados em modelos estatísticos, matemáticos, econométricos e subjetivos (Martins & Laugeni, 2009).

Os dados disponíveis no site da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) e utilizados para a modelagem se referem às categorias de financiamento habitacional, tais como: Sistema Financeiro Habitacional, Faixa Especial e Carteira Hipotecária. O período de tempo utilizado para análise se deve ao aumento significativo do número de financiamentos habitacionais no Brasil, ocorridos entre 2010 a 2017.

Assim, o propósito deste estudo foi investigar o comportamento dos financiamentos habitacionais no Brasil, prevendo o comportamento dessa série por meio da metodologia de Box e Jenkins. O artigo está estruturado em seis sessões, sendo que, a primeira corresponde a esta breve introdução, seguida pela abordagem conceitual da temática sobre financiamentos habitacionais, após apresenta-se os materiais e métodos empregados. Além disso, são abordados os resultados e discussões pertinentes e, por fim apresentam-se as considerações e as referências consultadas para desenvolver a pesquisa.

### 1.1 Financiamentos habitacionais

O Sistema Financeiro de Habitação (SFH) é caracterizado, como uma consequência da expansão e sistematização do processo de intermediação financeira do país, causado pela reforma do Sistema Financeiro Nacional, em meados de 1960 (Costa, 2003). O mercado de financiamentos habitacionais passou por redução na eficiência produtiva, em meados de 1960 devido aos altos riscos inflacionários que ameaçavam os fornecedores (Baer & Beckerman, 1980).

Até 1930 as moradias no Brasil eram de responsabilidade da iniciativa privada, a partir desse ano, com a intensificação do processo de industrialização e urbanização, o estado passou a ter pequenas iniciativas, por meio das Caixas Econômicas Federais e Estaduais. Entretanto, a história do financiamento habitacional no Brasil teve seu modelo institucionalizando apenas em 1964, (Tosini, 2009). Em 1966, o SFH superou as dificuldades relacionadas aos riscos de inflação devido ao aumento no número de financiamentos habitacionais impulsionados pelos programas de

poupança (Baer & Beckerman, 1980).

Nesse sentido, para solucionar os principais problemas enfrentados pelo SFH, em curto prazo instituiu-se programas para atração de poupanças populares, enquanto que, em longo prazo promoveu-se investimentos em financiamento imobiliário, porém, essas medidas acarretaram em sérios problemas ao SFH devido às fragilidades nas condições inflacionárias (Valença, 1992).

O Sistema Financeiro de Habitação foi instituído pela Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964, que instituiu a correção monetária nos contratos imobiliários, com o objetivo de abrir o mercado para a colocação de títulos do governo e viabilizar financiamentos de longo prazo (Brasil, 1964). Nessa perspectiva, o SFH surgiu para atender a quatro características principais: construir novas casas e promover negócios, alavancar as contratações no setor da construção civil, permitir acesso a casa própria, além de promover financiamentos sólidos e autossustentáveis, com taxas de juros não abusivas (Valença, 1999; Valença, 1992).

Até os anos 60 o financiamento habitacional era limitado a poucas operações realizadas pelas Caixas Econômicas e Institutos de Previdência ABECIP (2018). Se de um lado, possibilitou a criação de instrumentos de captação de recursos de prazos mais longos e os depósitos em caderneta de poupança e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), por outro lado, viabilizou o crédito imobiliário.

Estas questões impulsionaram a crise do SFH devido as fontes financeiras estarem sujeitas às oscilações econômicas. Variáveis financeiras como o emprego e a renda são de fundamental importância, uma vez que o sistema depende da capacidade dos indivíduos de poupar e pagar as obrigações financeiras (Valença, 1992).

A política nacional de habitação brasileira é formulada e planejada conforme a Lei nº 4.380 de 21 de agosto de 1964, do SFH, com o intuito de coordenar órgãos públicos e orientar a iniciativa privada, visando o incentivo à construção de habitações de interesse social e o financiamento da aquisição da casa própria, principalmente para as pessoas mais carentes (Brasil, 1964).

Em 1997, foi criada a Lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997, que descreve sobre o Sistema de Financiamento Imobiliário – SFI, a qual tem por finalidade, promover o financiamento imobiliário. Esta lei criou as condições para uma nova fase do sistema de financiamento imobiliário no Brasil, baseada no princípio da integração das operações imobiliárias com o mercado de capitais (Brasil, 1997). Com base no conceito básico financiamento habitacional, as instituições financeiras atuam como intermediários, recebendo dinheiro dos poupadores e emprestando dinheiro aos agentes deficitários que necessitam de dinheiro para adquirir uma casa (Shukor, Said, & Majid, 2016).

O Sistema Financeiro de Habitação e o SFI – Sistema de Financiamento Imobiliário são os mais utilizados nas atuais concessões de financiamento imobiliários no país. Os empréstimos bancários são fatores de maior influência no preço do imóvel (Shukor, Said, & Majid, 2016). Conforme a lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997, a principal diferença entre os sistemas, é que no SFH o Governo Federal pode intervir em qualquer um dos aspectos do financiamento, enquanto que o SFI, permite a livre negociação entre as partes, sem regulamentação das condições de financiamento.

De acordo com Eloy (2013), a questão habitacional ocupa lugar de destaque nas políticas públicas brasileiras, configurando um movimento de revitalização. Conforme a autora, o Sistema

Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) e o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) formam os pilares do Sistema Financeiro de Habitação (SFH), sustentando os financiamentos do atual Sistema Nacional de Habitação (SNH).

Tosini (2009) descreve o funcionamento do Sistema de Financiamento Habitacional do Brasil, no período de 1967 a 1997, por meio de um organograma. Onde o SFH estava baseado em três recursos: Caderneta de poupança, letras hipotecárias e FGTS. As instituições financiadoras da época eram as Sociedades de Créditos Imobiliários, Associação de Poupança e Empréstimos, Caixas Econômicas, Banco Nacional de Habitação, Cooperativas Habitacionais e Conjuntos Habitacionais. Os consumidores finais eram classificados em três níveis: mercado popular (famílias de até três salários mínimos e atendidas pelos Conjuntos Habitacionais), mercado econômico (famílias com renda entre três e seis salários mínimos e atendidas por organizações mutualistas sem fins lucrativos denominadas Cooperativas Habitacionais) e mercado médio (atendido pelos agentes do SBPE). Os dois primeiros eram financiados basicamente com recursos do FGTS, enquanto que o mercado médio era financiado com recursos das cadernetas de poupança. (Costa, 2003).

Pinto (2015) comenta que nos últimos dez anos, a expansão imobiliária esteve no centro das notícias relacionadas ao crescimento econômico e à crise financeira. De acordo com Pires (2013), a partir de 2001, nos Estados Unidos da América, houve um incentivo ao crédito imobiliário, com taxas de juros baixas e desregulamentação financeira.

A desregulamentação financeira das décadas de 1990 e 2000 permitiu o crescimento acelerado de empresas de empréstimos hipotecários. Foi o início de um processo especulativo, com imóveis

supervalorizados, que fomentou a tomada de novos empréstimos (Pires, 2013). Em 2008 iniciou, nos Estados Unidos da América, a maior crise do setor imobiliário, atingindo economias mundiais (Pinto, 2015), a qual ficou conhecida como Crise do *subprime*, (Busnardo, 2012).

Mesmo com a estabilização econômica do Brasil, após o Plano Real, a concessão de crédito é caracterizada por volumes reduzidos. Dentre os segmentos do mercado de crédito, o setor imobiliário foi o que menos reagiu quanto aos avanços de volumes no período pós-Real (Eloy, 2013).

Nos últimos anos, o Brasil apresentou grande expansão do crédito imobiliário, em especial, a partir de 2009, em decorrência do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e outras iniciativas do governo, voltadas para a construção civil (Altaf, Costa, & Correa, 2016). Os financiamentos habitacionais contribuem diretamente para o crescimento da economia do país. Tais financiamentos impulsionam o mercado imobiliário, principalmente em tempos de crise financeira e representam um dos meios mais eficazes para o fornecimento de moradias, transformando assim o sistema habitacional do país (Shukor, Said, & Majid, 2016).

O PMCMV estreado em março de 2009 pelo Governo Federal, teve por objetivo contribuir com a redução da escassez de moradia no país, trazendo assim incentivo para a produção e compra de novas casas. Sua formulação teve o intuito de atender três faixas de renda distintas, promovendo assim, o aquecimento da economia por meio do incentivo do setor de construção civil, que consequentemente gerando empregos diretos e indiretos (Rolnik, et al., 2015).

Porém, no entendimento de Matos (2017), o

mercado imobiliário brasileiro está na parte ascendente, com um crescimento expressivo, fomentado pelo ambiente economicamente estável, com uma política de crédito liberal e juros baixos. Entretanto, Altaf, Costa e Correa (2016) avaliam o cenário econômico e político do país, como recessivo, com previsões de crescimento econômico negativo, aumento das taxas de desemprego, redução da renda, desvalorização da moeda, aumento da inflação e esvaziamento da poupança do país.

Em relação ao SFI, tem-se como principal desafio, o equilíbrio entre o que o tomador irá pagar para o crédito imobiliário, comparado aos valores que os detentores das carteiras desejam de retorno (Altaf, Costa, & Correa, 2016).

O investimento em uma casa própria é considerado viável e lucrativo, apesar da liquidez ser mais demorada quando comparada com os custos de aluguel, mesmo levando-se em conta todos os custos envolvidos na construção habitacional (Rahal, 2016).

O crédito imobiliário possui importância econômica e social, agindo como um canal da política monetária, com capacidade de alavancar o crescimento econômico, considerando o financiamento como um instrumento de promoção do desenvolvimento imobiliário, em decorrência do alto custo de aquisição dos imóveis (Rocha, 2008; Eloy, 2013). Porém, as residências já quitadas, além de servirem como abrigo, podem garantir e reduzir

o custo da dívida financiada (Rahal, 2016).

A seguir apresenta-se as principais considerações sobre a metodologia de ajuste de modelos ARIMA.

## 2 Metodologia de Box & Jenkins

O método proposto por Box-Jenkins (1976) é utilizado com maior ênfase na realização de previsão em séries temporais, o qual também é conhecido como metodologia ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average* ou processo autorregressivo integrado de média móvel). Este método destaca a análise das propriedades da própria série temporal, em que o  $Y_t$  é explicado pelos valores passados, defasados do próprio  $Y$ , o mesmo ocorre para o erro estocástico (Gujarati & Porter, 2011).

O modelo ARIMA consiste nas expressões identificadas como a ordem ( $p$ ) da parte autorregressiva (AR), modelo ordem de diferenciação ( $d$ ) e a ordem ( $q$ ) referente a médias móveis (MA), as quais caracterizam os modelos de Box-Jenkins denotados ARIMA ( $p, d, q$ ) (Jere, Kasense, & Chilyabanyama, 2017). Estes modelos são resultantes da combinação do componente autorregressivo (AR), do filtro de Integração (I) e do componente de médias móveis (MA), permitindo a modelagem da série por meio dos três componentes ou por meio de um subconjunto deles, resultando assim em outros modelos (Morettin & Toloi, 2006).

Para Werner e Ribeiro (2003) um modelo AR( $p$ ) é expresso pela Equação (1):

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Enquanto que o modelo MA( $q$ ) é dado pela Equação (2):

$$\tilde{Z}_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2)$$

logo:  $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$

O parâmetro  $\theta_1$  explica a relação de  $\tilde{Z}_t$  com o  $\varepsilon_{t-1}$ , considerando  $i = 1, 2, \dots, q$ .

A sazonalidade é outra característica que pode ser adicionada aos modelos ARIMA e representa os picos que se repetem anualmente na série temporal (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2015). Os modelos com componentes sazonais são denominados ARIMA sazonal ou SARIMA (*Seasonal*

*Autoregressive Integrated Moving Average*) e são denotados como SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)_s$  sendo que o "s" representa a ordem da sazonalidade (Werner & Ribeiro, 2003). O modelo SARIMA genérico é expresso pela equação (3)

$$(1 - \phi_p B^p)(1 - \Phi_p B^s)(1 - B^d)(1 - B^D)y_t = (1 - \theta_q B^q)(1 - \Theta_Q B^s)\varepsilon_t \quad (3)$$

Em que a primeira parte da equação representa a parte autorregressiva do modelo, sendo os parâmetros autorregressivos  $p$ , os parâmetros sazonais autorregressivos  $P$ , e as diferenças  $d$ , enquanto que as diferenças sazonais são representadas por  $D$  com período correspondente a  $s$ . A segunda parte da equação (3) indica, respectivamente os componentes de médias móveis com ordem  $q$  e os parâmetros sazonais de médias móveis  $Q$  com  $s$  períodos (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman., 2008).

Contudo, para a utilização da metodologia ARIMA, primeiramente é preciso garantir que haja significância nos parâmetros estimados ao longo do tempo, para isso é necessário atender ao pressuposto básico da estacionariedade da série temporal (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2015).

A série temporal é estacionária quando se desenvolve, ao longo do tempo um certo equilíbrio em torno da média, ou seja, as leis de probabilidade não mudam no processo, se mantendo constantes (Souza, 2016). Quando a série temporal não apresentar tal comportamento, podem ser aplicadas

transformações, sendo que a ordem de integração (I) considerada, corresponde ao número de diferenças necessárias para converter a série não estacionária em estacionária (Fava, 2000).

A seguir são apresentados os materiais utilizados para a realização da modelagem, com uma abordagem detalhada das etapas propostas pela metodologia de Box-Jenkins (1976).

### 3 Materiais e métodos

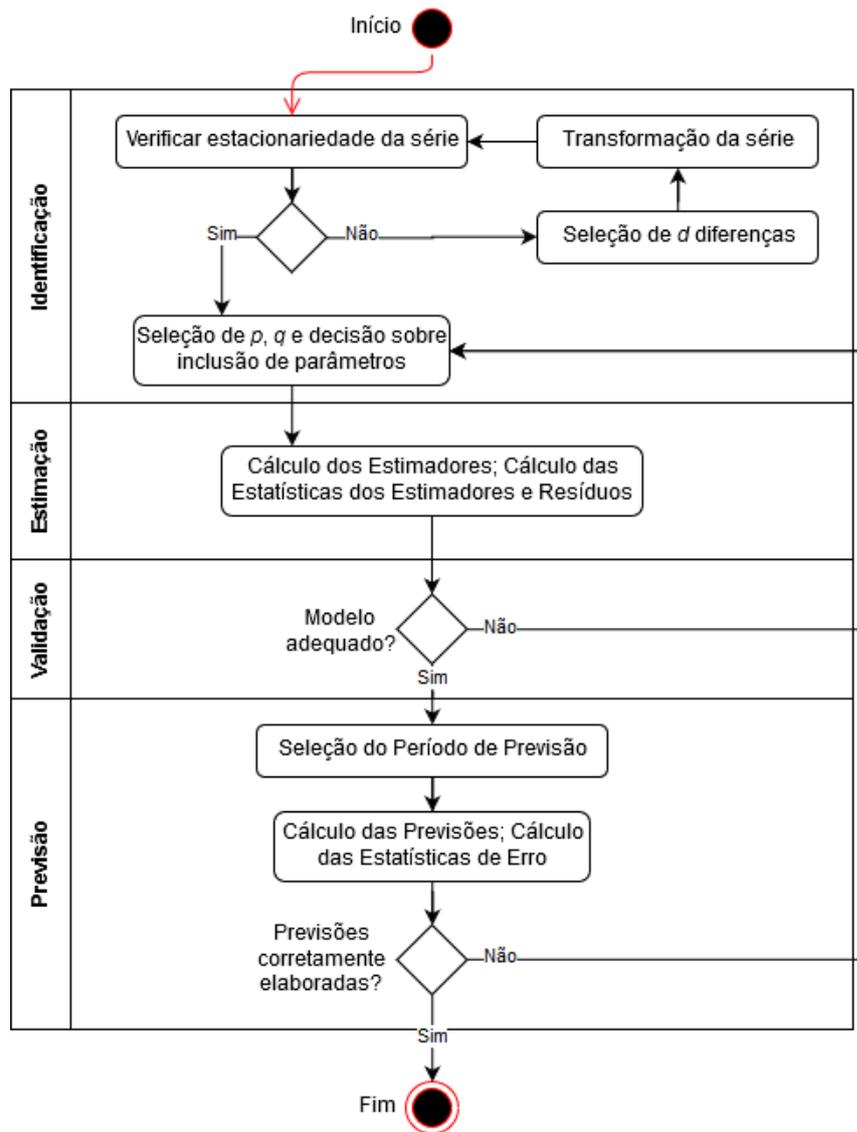
Com o objetivo de realizar previsões, foram reunidos dados históricos de janeiro de 2010 a março de 2017, totalizando 87 observações, disponíveis no site da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), representando uma série de contratos para financiamento imobiliário realizado no Brasil com recursos do SBPE (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo). O critério para a definição do período de tempo utilizado se deve ao aumento significativo do número de financiamentos habitacionais no Brasil neste período. A série abrange a quantidade mensal de contratos de financiamento habitacional,

pertencente a três categorias: Sistema Financeiro Habitacional, Faixa Especial e Carteira Hipotecária.

Para facilitar o entendimento em relação à metodologia ARIMA, na

Figura 1 são apresentadas as etapas metodológicas do processo de modelagem proposto por Box-Jenkins.

Figura 1 – Etapas metodológicas de Box-Jenkins



Fonte: adaptado de Pereira e Requeijo (2008)

a) Primeira etapa – identificação: ao aplicar o modelo de Box-Jenkins a uma série de dados é preciso determinar quais os filtros AR, I e MA, compõe o processo gerador da série e quais são suas respectivas ordens. Esta escolha se dá por

meio da condição de estacionariedade, bem como análise da tendência, sazonalidade e periodicidade, além da avaliação do comportamento da Função de Autocorrelação (FAC) e Função de Autocorrelação Parcial

(PACF);

- b) Segunda etapa – estimação: consiste na estimação dos parâmetros do modelo: componente autorregressivo, de médias móveis e a variância do ruído branco.
- c) Terceira etapa – validação ou verificação: esta etapa avalia se o modelo ajustado é capaz de descrever o comportamento dos valores da série temporal analisada;
- d) Quarta etapa – previsão: consiste em realizar previsões *in-sample*, calcular as estatísticas MAE, MAPE e U-Theil para futuros valores da série, utilizando-se os modelos escolhidos.

Realizada a verificação da estacionariedade da série temporal e aplicada as devidas diferenciações, quando necessário, parte-se para a etapa de escolha do melhor modelo predictor, baseando-se na análise da Função de Autocorrelação (FAC) e Função de Autocorrelação

Parcial (FACP).

Posteriormente à etapa de identificação dos filtros  $(p, d, q)$  que representam a série temporal realiza-se a estimação dos parâmetros " $p$ " e " $q$ ". Tal estimação pode ser realizada por meio do método da maximização da Função de Verossimilhança condicional ou ainda, por meio da técnica dos Mínimos Quadrados Ordinários (Bueno, 2008; Fava, 2000).

É relevante destacar que na etapa de estimação dos parâmetros o modelo escolhido seja o mais parcimonioso possível (Box & Jenkins, 1976). Para auxiliar na decisão do número de parâmetros que devem ser introduzidos ao modelo, utiliza-se o critério informacional de *Akaike* – AIC (Akaike, 1973) e o critério informacional *Bayesiano* – BIC (Schwarz, 1978), os quais são calculados por meios das equações (4) e (5).

$$AIC(p, q) = \ln \sigma_{\varepsilon}^2 + \frac{2(p + q)}{n} \quad (4)$$

$$BIC(p, q) = \ln \sigma_{\varepsilon}^2 + (p + q) \frac{\ln(n)}{n} \quad (5)$$

Onde  $p$  e  $q$  representam a ordem dos parâmetros identificados,  $n$  é o tamanho da amostra,  $\ln$  é o logaritmo neperiano, enquanto que  $\sigma_{\varepsilon}^2$  representa a variância estimada dos erros.

Os critérios AIC e BIC são denominados critérios penalizadores pois consideram o número de parâmetros do modelo, como também a variância dos erros gerados, sendo que quanto menores os valores de AIC e BIC mais adequado é o modelo ajustado (Morettin P. A., 2011). Tais critérios indicam a adequabilidade do modelo e serão

considerados neste estudo para determinar entre os modelos propostos aqueles que possuem o melhor desempenho.

Após a etapa de identificação dos modelos e estimação dos parâmetros, tem-se a validação, na qual se procura investigar o ajuste do modelo de acordo com o comportamento real da série temporal. No entendimento de Bueno (2008) os erros encontrados no modelo ajustado devem atender aos pressupostos de ruído branco, ou seja, média zero, não autocorrelacionados e com

variância constante.

Ainda, considerou-se critérios alternativos para identificar o melhor ajuste entre os modelos concorrentes. Nesse sentido, as medidas de acurácia mais utilizadas são: MAE - Equação (6) (*Mean Absolute Error* - erro médio absoluto), MAPE -

-  $U \geq 1$ ; o erro médio do modelo ajustado é maior ou igual de uma previsão ingênua;

-  $U < 1$ ; o erro médio do modelo ajustado é menor que de uma previsão ingênua.

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |\varepsilon_t|}{n} \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |\varepsilon_t/Z_t| * 100}{n} \quad (7)$$

$$U - Theil = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - Z_{t-1})^2}} \quad (8)$$

Onde  $\varepsilon_t$  representa o erro de previsão no instante  $t$ , o  $n$  representa o número de observações enquanto que o  $Z_t$  corresponde ao valor real no tempo  $t$  e  $t = 1, 2, \dots, n$ .

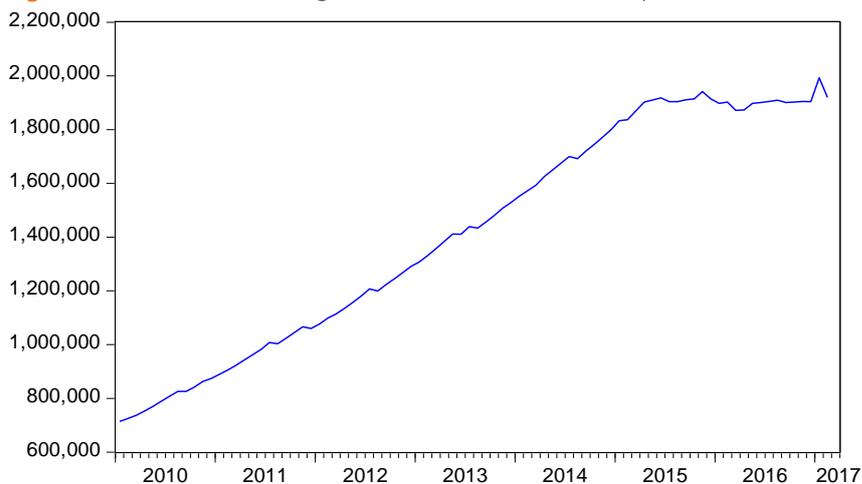
Finalizando, tem-se a previsão da série temporal, última etapa da metodologia proposta por Box-Jenkins (1976), a qual será específica em cada estudo devido à natureza da série de dados utilizada para a modelagem e a quantidade de observações considerada (Jere, Kasense, & Chilyabanyama, 2017).

O *software* utilizado para tratamento e modelagem da série temporal. foi o *EViews* 9.0

Equação (7) (*Mean Absolute Percentage Error* - erro percentual médio absoluto), além do coeficiente de U-Theil, Equação (8), a qual mede a acurácia de um modelo de previsão em relação a uma previsão ingênua, com base nos seguintes valores:

#### 4 Resultados e discussões

Para identificação dos modelos apropriados, deve-se inicialmente analisar o gráfico de tempo da série em estudo, ou seja, realizar a inspeção inicial da série temporal original. Com a análise, pode-se identificar a presença de tendência ou alteração da variância, o que poderia indicar se a série é ou não estacionária. Analisando-se o número de contratos para financiamento habitacional, na Figura 2, observa-se uma forte tendência crescente. Visualmente confirma-se a não estacionariedade. Isso se explica devido a troca de governos federais e consequentemente as várias formas disponibilizadas de financiamentos para a população brasileira.

**Figura 2** - Gráfico da série original do número de contratos para financiamentos habitacionais no Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Para comprovar a inspeção visual, testou-se a estacionariedade da série por meio do teste de raízes unitárias, Augmented Dickey-Fuller – ADF e o teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin – KPSS. O teste ADF indicou estacionariedade da série em primeira diferença, porém quando aplicado o teste KPSS, observou-se a estacionariedade da série apenas na segunda diferença. Desse modo, optou-se

por utilizar duas diferenças na série, pois conforme Souza (2016), é indicado a utilização conjunta de ambos os testes. A hipótese de não-estacionariedade foi rejeitada, considerando nível de significância de 5%, visto que a série pode ser considerada estacionária após duas diferenças, conforme ilustrado na Tabela 1.

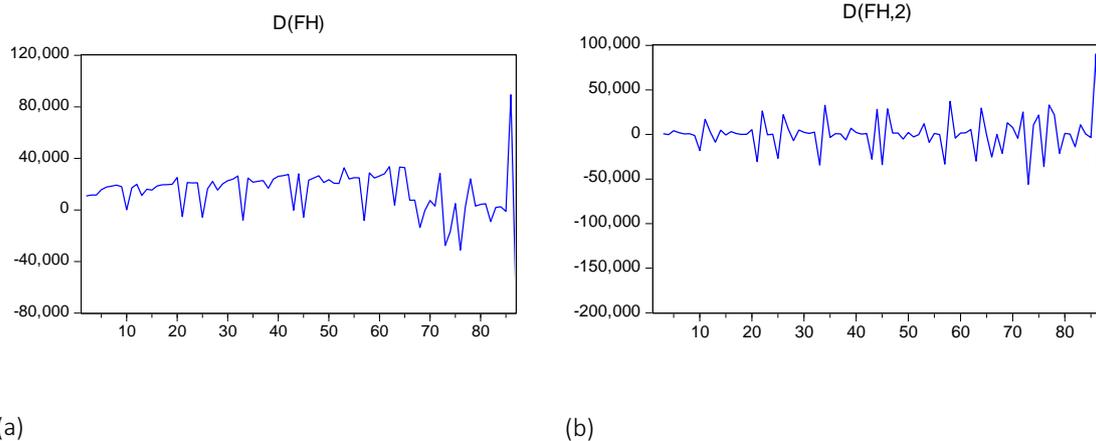
**Tabela 1** - Resultados dos testes ADF e KPSS para verificar a estacionariedade da série

	ADF <sup>a</sup>	KPSS <sup>b</sup>
Série em nível	-1,9671 ( $p = 0,30$ ) <sup>c</sup>	1,1749 <sup>d</sup>
Série em 1ª diferença	-3,3744 ( $p = 0,01$ ) <sup>c</sup>	0,5134 <sup>d</sup>
Série em 2ª diferença	<b>-12,0709 (<math>p &lt; 0,01</math>)<sup>c</sup></b>	<b>0,2485<sup>d</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores. <sup>a</sup> H<sub>0</sub>: a série possui uma raiz unitária;  $\alpha = 0,05$ ; <sup>b</sup> H<sub>0</sub>: a série é estacionária;  $\alpha = 0,05$ ; <sup>c</sup> Valor crítico para o teste ADF: -2,8955; <sup>d</sup> Valor crítico para o teste KPSS: 0,4630

Na Figura 3, encontram-se ilustrados os gráficos com a primeira diferença (a) e a segunda diferença (b) da série, respectivamente, demonstrado que a mesma se tornou estacionária após a segunda diferença.

Figura 3 – Série do número de financiamentos habitacionais após (a) primeira diferença e (b) segunda diferença



Fonte: Elaborado pelos autores

Seguindo a análise, o próximo passo foi verificar as funções de autocorrelações (FAC) e de autocorrelações parciais (FACP). O comportamento apresentado indica qual modelo deve ser utilizado, além disso auxiliam no uso dos testes de raízes unitárias para confirmar a estacionariedade da série.

Na Figura 4Fonte: Elaborado pelos autores

(a) apresenta-se a FAC, na qual pode-se

observar que há um decaimento exponencial, chegando a zero nas primeiras defasagens, indicando um modelo AR(1). A FACP apresenta as autocorrelações parciais que podem ser observadas na Fonte: **Elaborado pelos autores**

(b), a qual demonstra a autocorrelação na primeira defasagem, confirmando assim um modelo AR(1).

Figura 4 - (a) Função de autocorrelação e (b) função de autocorrelação parcial para o número de financiamentos habitacionais

(a)		(b)				
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.974	0.974	85.332	0.000
		2	0.944	-0.069	166.54	0.000
		3	0.917	0.028	244.04	0.000
		4	0.889	-0.037	317.72	0.000
		5	0.860	-0.018	387.58	0.000
		6	0.831	-0.027	453.58	0.000
		7	0.801	-0.032	515.66	0.000
		8	0.771	-0.021	573.85	0.000
		9	0.740	-0.027	628.17	0.000
		10	0.708	-0.035	678.57	0.000
		11	0.677	-0.006	725.22	0.000
		12	0.645	-0.029	768.17	0.000
		13	0.612	-0.049	807.32	0.000
		14	0.578	-0.021	842.77	0.000
		15	0.543	-0.049	874.51	0.000
		16	0.507	-0.037	902.59	0.000

Fonte: Elaborado pelos autores

Definindo-se os valores de  $p$ ,  $d$  e  $q$ , parte-se para a etapa de estimativa dos parâmetros dos

modelos ajustados, da variância dos resíduos e da constante do modelo para determinar se a série é

gerada por um processo autorregressivo, de médias móveis e/ou mista. Para identificar o processo gerador da série utiliza-se as características encontradas na FAC e na FACP.

Os principais resultados caracterizando

modelos ajustados podem ser observados na Tabela 2, sendo que o modelo selecionado para explicar a série e realizar previsões está identificado em negrito.

**Tabela 2** - Critérios de comparação propostos para verificação do melhor modelo

Modelo	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	p-valor	AIC	BIC	Ruído Branco
AR(1)	0,9999	0,0001	8602,8220	0,0000	23,0791	23,1358	SIM
ARMA(1,1)	0,9998	0,0003	3143,3650	0,0000	23,0379	23,1229	SIM
	0,2221	0,0814	2,7299	0,0000			
ARIMA(1,2,1)	<b>-0,4353</b>	<b>0,0826</b>	<b>-5,2692</b>	<b>0,0000</b>	<b>22,4294</b>	<b>22,5156</b>	<b>SIM</b>
	<b>-0,8084</b>	<b>0,0644</b>	<b>-12,5499</b>	<b>0,0000</b>			

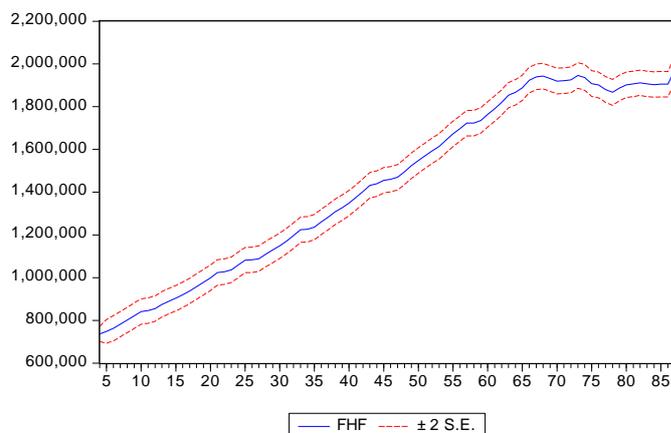
Fonte: Análise no pacote *EViews*, versão 9.0.

Para verificar se o modelo identificado é adequado utilizou-se os critérios baseados na análise dos resíduos, ou seja, se apresentam característica de ruído branco, sendo que os resíduos devem apresentaram-se temporalmente homogêneos, estacionários e sem dependência temporal.

Para a identificação do modelo predictor mais eficaz fez-se uso dos critérios de seleção, construídos com base na variância estimada,

tamanho da amostra e nos valores de  $p$  e  $q$ , além de considerar que o modelo seja parcimonioso, ou seja, que apresente o menor número de parâmetros sem perder qualidade de ajuste. Assim, optou-se pelo modelo ARIMA(1,2,1), pois foi o que melhor atendeu a todos os critérios estabelecidos pela metodologia proposta por Box & Jenkins.

Neste contexto, então, realizou-se a previsão *in-sample*, para verificar a efetividade do modelo predictor, conforme Figura 5.

Figura 5 – Previsão *in sample* da série de financiamento habitacionais

Fonte: Elaborado pelos autores

As medidas encontradas para MAPE, MAE e U-Theil foram calculadas a partir da previsão *in-sample*. Para a estatística de U-Theil, o modelo apresentou valor menor que 1 (U-Theil = 0,005777), enquanto que os valores de MAE (1,125430) e MAPE (0,753257) apresentaram baixos erros de previsão, o que indica tratar-se de um modelo predictor eficiente. Esses valores encontram-se dentro de um intervalo de confiança de 2 desvios-padrões.

Desse modo, o modelo ajustado foi considerado adequado para a realização de previsões no presente estudo, uma vez que, os financiamentos habitacionais são influenciados pela troca de governo devido às implicações que afetam as taxas de juros e as demais variáveis do mercado financeiro, além de outros fatores que influenciam diretamente no setor imobiliário.

Outro impulsionador para o crescimento do mercado imobiliário, segundo Royer (2016) foi o FGTS. O desempenho desse benefício tem demonstrado o quanto esse fundo é importante para a aquisição da casa e para o desenvolvimento social (Royer, 2016; Klintowitz, 2016).

O aumento dos financiamentos habitacionais a partir de 2010, durante o governo Lula, se deve ao

fato de que as operações com Letras de Crédito Imobiliário (LCI) cresceram devido a extinção de limites de aplicação para efeito de contabilizações do SFH. Em 2011, esse aumento quase dobrou com 36,7%. (Royer, 2016). Enquanto que em 2011 com a transição do governo Lula para o governo Dilma, houve um aumento na inflação e o Banco Central foi obrigado a implantar medidas conservadoras, com aumento de juros e queda no crescimento econômico devido à crise internacional (Cardoso, Aragão, & Jaenisch, 2017; Shukor, Said, & Majid, 2016).

Em 2014, durante o governo de Dilma Rousseff, o ramo habitacional manteve-se instável, principalmente por conta do crescimento nos empréstimos baseados no FGTS (implementação da segunda fase do PMCMV) e no Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE). O recuo nos financiamentos juntamente com o impacto da crise econômica na demanda levou a paralização da alta no setor imobiliário. Mas em 2015, ainda durante o governo de Dilma, este setor apresentou uma taxa negativa de 7,6%, superior à queda apresentada pelos demais setores da economia (Cardoso, Aragão, & Jaenisch, 2017; Shukor, Said, & Majid, 2016).

Enquanto que, no atual governo de Michel Temer, a redução dos financiamentos habitacionais está diretamente relacionada ao aumento das taxas de juros (Castro, Bernadelli, & Sorgi, 2016).

## 5 Considerações finais

Realizar previsões é uma atividade importante, pois poderá revelar as tendências do mercado e contribuir com o planejamento de uma empresa. Tratando do setor imobiliário, falar de previsões não impacta apenas em empresas de venda de imóveis acabados, mas sim na construção, no projeto e na fabricação da matéria-prima. O mercado imobiliário encontra-se em fase de expansão, movimentando assim toda a sua cadeia produtiva.

Quando se aborda a questão financiamentos, independente da sua natureza, há um grande impacto político envolvido. Devido a este fato, na série analisada foi possível observar o impacto advindo das transições de governo, sendo que houve aumento significativo nos financiamentos habitacionais, devido, ao término de mandato do presidente Luiz Inácio Lula da Silva e início de mandato de Dilma Roussef com seu posterior impeachment, trazendo Michel Temer para a presidência. Tal mudança política influenciou diretamente na crise financeira do país e na mudança das taxas de juros do setor imobiliário.

Visando alcançar o objetivo do estudo, que correspondeu à aplicação da metodologia de Box & Jenkins no setor de financiamento habitacional, obteve-se um modelo ARIMA, ou seja, um modelo ajustado autorregressivo, com médias móveis e a necessidade de aplicação de duas diferenças para caracterizar a estacionariedade da série em estudo.

Os testes U-Theil, MAPE e MAE indicaram um bom modelo de previsão, mas vale ressaltar que o

setor de financiamento habitacional passa com mudanças contínuas em suas taxas, valores, entre outros quesitos que impactam em seu preço final.

A principal limitação do estudo foi a previsão baseada apenas na variável referente ao número total de contratos para financiamento imobiliário realizado no Brasil com recursos do SBPE. Como proposta para estudos futuros sugere-se investigar a relação das variáveis macroeconômicas com os financiamentos habitacionais utilizando-se a técnica de séries temporais baseada nos modelos de Vetores Autorregressivos (VAR) à exemplo dos estudos de Rahal (2016), Frame, Hancock e Passmore (2012) e Iacoviello e Minetti (2008), além da obra de Yalciner e Coskun (2014) que aplicou também o teste de causalidade de Granger.

## Referências

- ABECIP, I. (2018). Acesso em 24 de 01 de 2018, disponível em [www.abecip.org.br/credito-imobiliario/historia](http://www.abecip.org.br/credito-imobiliario/historia)
- Akaike, H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. *2nd International Symposium on Information Theory*.
- Altaf, J., Costa, L., & Correa, P. (09 de 2016). Crédito imobiliário – uma análise crítica dos “fundings” no Brasil. *INOVARSE – XII Congresso Brasileiro em Gestão*. Acesso em 17 de 01 de 2018, disponível em [http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16\\_258.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_258.pdf)
- Baer, W., & Beckerman, P. (1980). The trouble with index-linking: Reflections on the recent Brazilian experience. *World Development*, 8(9), 677-703.
- Box, G., & Jenkins, G. (1976). *Time series analysis forecasting and control*. Oakland, Califórnia: Holden-Day.
- Brasil. (1964). *Lei nº 4.380 de 21 de agosto de 1964. Institui a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social, o sistema financeiro para aquisição da casa própria, cria o Banco Nacional da Habitação (BNH), e Sociedades de Crédito Imobiliário, as Letr*. Acesso em 14 de 01 de 2018, disponível em Palácio do Planalto: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4380.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4380.htm)

- Brasil. (1997). *Lei nº 9.514 de 20 de novembro de 1997. Dispõe sobre o Sistema de Financiamento Imobiliário, institui a alienação fiduciária de coisa imóvel e dá outras providências*. Acesso em 14 de 01 de 2018, disponível em Palácio do Planalto: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/leis/L9514.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L9514.htm)
- Bueno, R. (2008). *Econometria de séries temporais*. São Paulo: Cengage Learning.
- Busnardo, F. D. (2012). *Crise do subprime: como a bolha imobiliária e o mercado financeiro derrubaram a economia americana em 2008, e os reflexos da crise para o Brasil*. Monografia - Bacharel em Ciências Econômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara - SP. Acesso em 24 de 01 de 2018, disponível em [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118439/busnardo\\_fd\\_tcc\\_arafcl.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118439/busnardo_fd_tcc_arafcl.pdf?sequence=1)
- Cardoso, A., Aragão, T., & Jaenisch, S. (2017). Vinte e dois anos de política habitacional no Brasil: da euforia à crise. 15. doi:[http://obs03.navegi.com/new/images/abook\\_file/livro\\_politicahabitacional\\_2017.pdf#page=15](http://obs03.navegi.com/new/images/abook_file/livro_politicahabitacional_2017.pdf#page=15)
- Castro, G., Bernadelli, L., & Sorgi, F. (2016). Análise sobre o impacto da dívida pública do Brasil nas despesas do governo no período de 1999 a 2013. *Revista de Economia Mackenzie*, 12(1).
- Costa, E. B. (2003). *Financiamentos Habitacionais Existentes*. Consultoria Legislativa, Brasília – DF. Acesso em 15 de 01 de 2018, disponível em <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/arquivos-pdf/pdf/300453.pdf>
- Eloy, C. (2013). *O papel do Sistema Financeiro da Habitação diante do desafio de universalizar o acesso à moradia digna no Brasil*. Tese de Doutorado - Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo. doi:10.11606/T.16.2013.tde-14082013-111122
- Fava, V. (2000). *Testes de raízes unitárias e co-integração. Manual de econometria: nível intermediário*. São Paulo: Atlas.
- Frame, W., Hancock, D., & Passmore, W. (2012). Federal home loan bank advances and commercial bank portfolio composition. *Journal of Money, Credit and Banking*, 44(4), 661-684.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2011). *Econometria Básica* (5 ed.). Porto Alegre: AMGH Editora Ltda.
- Iacoviello, M., & Minetti, R. (2008). The credit channel of monetary policy: Evidence from the housing market. *Journal of Macroeconomics*, 30(1), 69-96.
- Jere, S., Kasense, B., & Chilyabanyama, O. (28 de 02 de 2017). Forecasting Foreign Direct Investment to Zambia: A Time Series Analysis. *Open Journal of Statistics*, 7, 122-131. doi:10.4236/ojs.2017.71010
- Klintowitz, D. (2016). Por que o Programa Minha Casa Minha Vida só poderia acontecer em um governo petista? *Cadernos Metrópole*, 18(35), 165-190.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., & Hyndman., R. (2008). *Forecasting methods and applications*. John Wiley & sons.
- Martins, P., & Laugen, F. (2009). *Administração da Produção* (2 ed.). São Paulo: Saraiva.
- Matos, T. O. (2017). *A expansão do mercado imobiliário no Brasil: Um paralelo entre a evolução dos preços no mercado brasileiro e a bolha imobiliária norte-americana*. Monografia, Pontifera Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Econômicas, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de 01 de 2018, disponível em [http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Thiago\\_Oliveira\\_Rio\\_Tinto\\_de\\_Matos.pdf](http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Thiago_Oliveira_Rio_Tinto_de_Matos.pdf)
- Montgomery, D., Jennings, C., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to time series analysis and forecasting*. John Wiley & Sons.
- Morettin, P. A. (2011). *Econometria financeira - Um curso em séries temporais financeiras* (2 ed.). São Paulo: Blucher.
- Morettin, P., & Toloi, C. (2006). *Análise de Séries Temporais* (3 ed.). São Paulo: Egard Blücher.
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2008). *Qualidade: Planejamento e Controle Estatístico de Processos*. Lisboa: FCT/UNL.
- Pinto, E. G. (12 de 2015). Financiamento Imobiliário no Brasil: Uma análise histórica compreendendo o período de 1964 a 2013, norteadas pelo arcabouço teórico pós-keynesiano e evolucionário. *Revista de Economia e Desenvolvimento*, 27(2), 276-296. doi:<https://periodicos.ufsm.br/index.php/eed/article/viewFile/21103/pdf>
- Pires, S. S. (2013). *A crise financeira internacional de 2008 e seus desdobramentos sobre a economia brasileira*. Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Acesso em 24 de 01 de 2018, disponível em <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2013/JornadaEixo2013/anais-eixo1-mundializacaoestadosnacionaispoliticaspublicas/acrisefinanciareinternacionalde2008eseusdesdobramentossobreaeconomias brasileira.pdf>
- Rahal, C. (2016). Housing markets and unconventional monetary policy. *Journal of Housing Economics*, 32, 67-80.
- Rocha, F. P. (2008). *O Sistema de Financiamento Imobiliário no Brasil: Uma análise da oferta de crédito imobiliário do período 1994-2006*.

- Monografia do Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Acesso em 17 de 01 de 2018, disponível em <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293371>
- Rolnik, R., Moreira, A., de Oliveira, F., Royer, L., Iacovini, R., Nisida, V., & Rossi, L. (2015). O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. *Cadernos Metrôpole*, 17(33), 127-154.
- Royer, L. (2016). O FGTS e o mercado de títulos de base imobiliária: relações e tendências. *Cadernos Metrôpole*, 18(35), 33-51.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6, 461-464.
- Shukor, N., Said, R., & Majid, R. (2016). The Relationship between Housing Finance and Macroeconomics Variables in Malaysia. *MATEC Web of Conferences*, 66, 00100.
- Souza, F. M. (2016). *Modelos De Previsão: aplicações à energia elétrica - ARIMA- ARCH-AI e ACP*. Curitiba: Appris.
- Tosini, O. C. (2009). *Crédito imobiliário no Brasil: evolução histórica*. Monografia do Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Instituto de Economia, Campinas. Acesso em 17 de 01 de 2018, disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000445915>
- Valença, M. (1992). The inevitable crisis of the Brazilian housing finance system. *Urban Studies*, 29(1), 39-56.
- Valença, M. (1999). The closure of the Brazilian Housing Bank and beyond. *Urban Studies*, 36(10), 1747-1768.
- Werner, L., & Ribeiro, J. (04 de 2003). Previsão de Demanda: Uma Aplicação dos Modelos Box-Jenkins na Área de Assistência Técnica de Computadores Pessoais. *Gestão e Produção*, 10(1), 47-67. Acesso em 18 de 09 de 2017, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n1/a05v10n1>
- Yalciner, K., & Coskun, Y. (2014). Conditions of Mortgage Market Development: A Critical Empirical Review for Turkey. *IKTISAT ISLETME VE FINANS*, 29(340), 27-68.

**Recebido em: 1 abr. 2018 / Aprovado em: 11 jun. 2018**

**Para referenciar este texto**

Melchior, C., Ricci, M. R., Andrade, F. B de., & Zanini, R. R. (2019). Metodologia box-jenkins aplicada ao setor habitacional: um estudo de caso. *Exacta*, 17(4), 283-298. <https://doi.org/10.5585/Exacta.v17n4.8525>.