

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

TATIANA UEDA PEREIRA

**Análise de uma Série Temporal de Taxa de Inadimplência e sua Relação
com Variáveis Macroeconômicas.**

São Paulo
2019

TATIANA UEDA PEREIRA

**Análise de uma Série Temporal de Taxa de Inadimplência e sua Relação
com Variáveis Macroeconômicas.**

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Especialista em Engenharia
Financeira.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Augusto Angélico

São Paulo
2019

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estimar um modelo econométrico de séries temporais a fim de prever o comportamento da Taxa de Inadimplência de uma Carteira de Crédito Pessoal de uma instituição financeira com atuação nacional e, também, analisar se as variáveis macroeconômicas selecionadas estão correlacionadas a essa Taxa de Inadimplência. Após a estimação de modelos ARIMA, foi selecionado o que apresentou o menor erro, para, assim, ser utilizado na realização da previsão. Para estudar a correlação entre as séries de dados foi utilizado o teste de Johansen, no qual duas das séries apresentaram correlação com a Taxa de Inadimplência.

Palavras-chave: Taxa de Inadimplência, previsão, modelo ARIMA, teste de Johansen.

ABSTRACT

The present work aims to estimate an econometric model of time series in order to predict the behavior of the Default Rate of a Personal Loan Portfolio of a financial institution with national performance and also to analyze if the selected macroeconomic variables are correlated to the Default Rate. After the estimation of ARIMA models, the one that presented the lowest error was selected to be used in the forecasting. To study the correlation between the data series, the Johansen test was used, in which two of the series presented a correlation with the Default Rate.

Key words: Default Rate, forecast, ARIMA model, Johansen test.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	METODOLOGIA.....	9
2.1	SÉRIES TEMPORAIS.....	9
2.1.1	SÉRIES ESTACIONÁRIAS	9
2.1.1.1	AUTOCORRELAÇÃO E AUTOCORRELAÇÃO PARCIAL	9
2.1.1.2	RAIZ UNITÁRIA	10
2.2	MODELO ARIMA.....	11
2.3	TESTE DE COINTEGRAÇÃO DE JOHANSEN	12
3	DADOS UTILIZADOS.....	14
3.1	SELIC.....	14
3.2	IPCA.....	14
4	RESULTADOS	15
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6	BIBLIOGRAFIA.....	29

1 INTRODUÇÃO

A inadimplência é inerente à concessão de crédito, por isso sua mensuração é tão importante e se tornou fundamental para empresas inseridas no sistema financeiro. Uma correta avaliação dos riscos de crédito em seus diversos aspectos como aprovação, precificação e avaliação de garantias e provisionamento podem aumentar os lucros e garantir, assim, a perpetuidade da instituição (Zaniboni, 2013).

Segundo Silva (1997), para um banco, que tem como atividade principal a intermediação financeira, conceder crédito “consiste em colocar à disposição do cliente (tomador de recursos) certo valor sob a forma de empréstimo ou financiamento, mediante uma promessa de pagamento numa data futura”. A inadimplência pode ser definida, portanto, como o não pagamento desse compromisso firmado entre as partes até a data estipulada (Peixoto, 2009).

Com a criação do Acordo de Capital de Basileia em 1988 e suas duas próximas versões, datadas de 2004 e 2010 respectivamente, fica evidente a preocupação dos bancos centrais internacionais com a gestão do risco de crédito do sistema financeiro (Segala, 2017). O primeiro acordo contém a recomendação de padrões mínimos de requerimento de capital, motivados pela deterioração dos índices de capital dos bancos na década de 80. Atualmente, em sua terceira versão, o acordo visa tornar o sistema financeiro mais resiliente, reduzir custos de crises bancárias e amparar o crescimento sustentável (Fonte: Banco Central).

A taxa de inadimplência é a medida mais comum para a mensuração do risco de crédito, assim, sua previsão é fundamental para a formulação de políticas de crédito e posterior decisões sobre como controlá-la para, assim, obter a maximização do lucro das instituições (Segala, 2017).

Após a crise econômica de 2009 no histórico recente, entender como os fatores macroeconômicos atingem a estabilidade financeira de um país, e como podem impactar o risco de crédito de uma empresa tornou-se foco de inúmeras pesquisas nos últimos anos. Oscilações como queda na taxa de crescimento econômico ou aumento nas taxas de inflação, taxa de juros ou taxa de desemprego podem ocasionar crises em instituições financeiras (Bedin, 2015). Estudos sobre inadimplência com diversas classes de modelos têm sido

propostos para mensurar e prever o risco de crédito e como ele evolui ao longo do ciclo econômico (Segala, 2017).

Os dois principais objetivos deste trabalho são estimar um modelo ARIMA para realização de previsão do comportamento de uma série temporal de Taxa de Inadimplência e, analisar como as variáveis macroeconômicas de Taxa de Desemprego, IPCA e SELIC estão cointegradas com a Taxa de Inadimplência.

Incluindo esta introdução, este trabalho está dividido em cinco partes principais. Primeiramente, são descritos os conceitos da metodologia utilizada. Em seguida, uma breve explicação sobre as séries de dados contempladas no estudo. Os resultados são discutidos na seção seguinte. E, por último, a conclusão do trabalho.

2 METODOLOGIA

A seguir serão apresentadas as variáveis estudadas e a metodologia utilizada para a construção da previsão do comportamento da Taxa de Inadimplência de uma carteira de crédito pessoal utilizando modelo de séries temporais (ARIMA) e como algumas variáveis macroeconômicas selecionadas estão correlacionadas através do teste de Johansen.

2.1 SÉRIES TEMPORAIS

Série temporal pode ser definida como um conjunto de observações de uma variável aleatória coletadas sequencialmente ao longo do tempo por um período determinado, onde observações vizinhas são dependentes entre si e seu estudo consiste em analisar e modelar esta dependência (Ballini, 2000). O resultado deste modelo é a obtenção de uma estimativa ou projeção para os valores futuros, sendo possível o estudo da tendência do fenômeno, que pode crescer, diminuir, permanecer estável ou até mesmo se mostrar sazonal no período analisado (Garber, 1995).

Morettin e Toloi (2006) denotam como $Z(t)$, onde Z é o valor da variável no tempo t , e seu conjunto de dados de série temporal é descrito por $Z(t_1), \dots, Z(t_n)$ que são os valores observados nos instantes t_1, \dots, t_n .

2.1.1 SÉRIES ESTACIONÁRIAS

Uma série temporal é classificada como estacionária quando sua média e variância não mudam ao longo do tempo (Segala, 2017) e quando o valor da covariância depende apenas da defasagem entre dois períodos de tempo (Sato, 2013).

Para medir a estacionaridade de uma série é possível utilizar análise gráfica, análise do correograma das funções de autocorrelação e teste de raiz unitária (Zaniboni, 2013).

2.1.1.1 AUTOCORRELAÇÃO E AUTOCORRELAÇÃO PARCIAL

Utilizada para promover a identificação de sazonalidade, ciclos e demais padrões de uma série temporal, o principal objetivo da função de autocorrelação é verificar se os valores atuais da série dependem dos valores passados dessa mesma (Zaniboni, 2013).

A função de autocorrelação parcial permite avaliar o grau de correlação do valor da observação atual de uma série com seus valores anteriores enquanto os demais valores são mantidos constantes (Sato, 2013).

2.1.1.2 RAIZ UNITÁRIA

Os testes de raiz unitária são utilizados para a verificação da estacionariedade de uma série temporal. O teste faz-se necessário pois, quando a série não é estacionária, sua utilização pode resultar em regressões espúrias, ou seja, o resultado dos testes e suas previsões tornam-se não confiáveis e sem validade (Peixoto, 2009). Neste trabalho é utilizado o teste de raiz unitária KPSS.

O KPSS, teste proposto em 1992 por Kwiatkowski, Phillips, Schimidt e Shin, baseado em modelos estruturais de séries de tempo, testa a hipótese nula de que a inovação de um passeio aleatório não tem variabilidade contra a alternativa de que a variância do choque é positiva (Ribeiro, 2013). A hipótese nula do teste estabelece que a série é estacionária, e, assim, não possui raiz unitária (Reimbold et al, 2017). Este teste difere dos demais, pois para que a série seja estacionária, deve-se aceitar a hipótese nula.

O teste pode ser formalizado pela seguinte expressão (Cunha, 2005):

$$Y_t = \delta X_t + u_t \quad (1)$$

onde Y_t corresponde a variável para a qual será analisada a estacionariedade e X_t a variável exógena. O teste estatístico LM (Maximoverossimilhança) é baseado nos resíduos advindos da equação (1), pode ser descrito pelas equações (2) e (3).

$$LM = \frac{\sum_t S(t)^2}{T^2 f_0} \quad (2)$$

$$S(t) = \sum_{r=1}^t u_t \quad (3)$$

onde f_0 corresponde à estimativa do erro da variância dessa regressão e $S(t)$ a função de resíduos cumulativa.

2.2 MODELO ARIMA

Conhecido também como modelo de Box-Jenkins, o modelo ARIMA foi desenvolvido em 1970 por George Box e Gwilym Jenkins utilizando uma abordagem matemática para tentar descrever mudanças numa série temporal. É constituído por um processo autoregressivo (AR) integrado (I) de médias móveis (MA). O modelo visa, através do ajuste dos valores observados, reduzir para próximo de zero a diferença dos valores produzidos no modelo e os valores observados (Sato, 2013).

Resumidamente, a modelagem ARIMA consiste em 4 etapas: identificação, estimação, verificação e previsão do modelo (Souza, 2011). A primeira etapa visa descobrir qual dos modelos Box-Jenkins melhor descreve o comportamento da série em estudo. A identificação do modelo a ser estimado ocorre através das funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF).

Na segunda etapa, são estimados os parâmetros dos componentes autoregressivos e de médias móveis. Na etapa de verificação, é necessário comprovar se o modelo selecionado é o mais adequado para o objetivo da modelagem. Para isso, verifica-se o comportamento dos resíduos do modelo. Caso sejam estimativas do ruído branco, ou seja, se o comportamento for aleatório e não significante, o modelo pode ser considerado adequado. Após a obtenção de um modelo satisfatório, a última etapa consiste em realizar previsões que é, também, o objetivo principal da metodologia (Castro et al, 2009).

Figura 1 - Fases modelo Box-Jenkings.



Fonte: Sato, 2013

O processo autoregressivo integrado médias móveis ou ARIMA (p,d,q) é apresentado pelas seguintes expressões:

$$Y_t = \Phi Y_{t-1} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 Y_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-1} \quad (4)$$

$$\Phi(B)Y_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad (5)$$

Na maioria dos casos, uma a duas diferenças são suficientes para ajustar a não-estacionaridade original da série (Zaniboni, 2013). Neste trabalho, foram testados vários parâmetros do modelo ARIMA, variando os parâmetros AR(p) e MA(q) dado o parâmetro de diferenciação. Foi selecionado o modelo com a menor soma dos quadrados do erro para o período analisado.

2.3 TESTE DE COINTEGRAÇÃO DE JOHANSEN

Dados de séries temporais tendem a ser não estacionários, assim, ordem de integração ou cointegração das variáveis torna-se importante. A ordem de integração é o número de vezes que uma série temporal deve ser diferenciada para torná-la estacionária. Muitas séries temporais econômicas parecem ser integradas de ordem um, I(1), precisando ser diferenciadas uma vez para que se tornem estacionárias. Neste caso, elas possuem uma raiz unitária. Contudo,

pode acontecer que condições de equilíbrio ou de arbitragem implicam que certas combinações lineares de variáveis são estacionárias, I(0). Se este for o caso, as variáveis são ditas cointegradas (Smith, 2000).

O método foi desenvolvido por Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990) para avaliação das relações de longo prazo de duas ou mais séries temporais. Ele aplica o procedimento de máxima verossimilhança para determinar a presença de vetores de cointegração em um conjunto de séries temporais não-estacionárias. A hipótese nula é que não existe cointegração entre elas (An et al, 2010).

A verificação pode ser feita através de dois testes propostos pelo próprio autor: o teste do máximo autovalor e o teste do traço. Para o presente trabalho foi utilizado o último. Neste teste, para determinar os números de vetores de cointegração, Johansen e Juselius (1990) apresentaram a equação (4).

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{t=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (6)$$

onde λ_i representa os valores estimados para as raízes características e T o número de observações. A hipótese nula do teste de traço é de que o número de vetores de cointegração é menor ou igual à r , enquanto a hipótese alternativa é de que o número de vetores de cointegração é maior do que r (Caldeira et al, 2016).

3 DADOS UTILIZADOS

A taxa de inadimplência utilizada neste trabalho é referente à Carteira de Crédito Pessoal de uma instituição financeira com atuação nacional. A série é mensal contemplando o período de janeiro de 2016 a agosto de 2018, totalizando 32 observações. As variáveis macroeconômicas escolhidas foram a taxa de desemprego, a taxa de inflação (IPCA) e a taxa de juros (SELIC) considerando o mesmo período dos demais dados.

Todos os testes e modelagem foram feitas no *Software R Studio*.

3.1 SELIC

A taxa SELIC é a taxa básica da economia no Brasil. É a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC) para títulos Federais (Fonte: Banco Central). Fixada pelo Banco Central em cada reunião do Comitê de Política Monetária (COPOM), as taxas de juros cobradas pelo mercado são balizadas por essa taxa, por isso ela é de vital importância para a economia. Devido a isso, quando ocorre elevação na taxa SELIC ocorre, também, uma alta nas taxas de juros, diminuindo o acesso ao crédito e o aumento do endividamento (Peixoto, 2009).

3.2 IPCA

IPCA, disponibilizado pelo IBGE, é o índice de preços oficial definido pelo Conselho Monetário Nacional para o regime de metas para a inflação. Esse índice calcula a variação de preços entre dois períodos nos bens consumidos por famílias com renda de 1 a 40 salários mínimos, em nove regiões metropolitanas brasileiras (Mendonça, 2007).

4 RESULTADOS

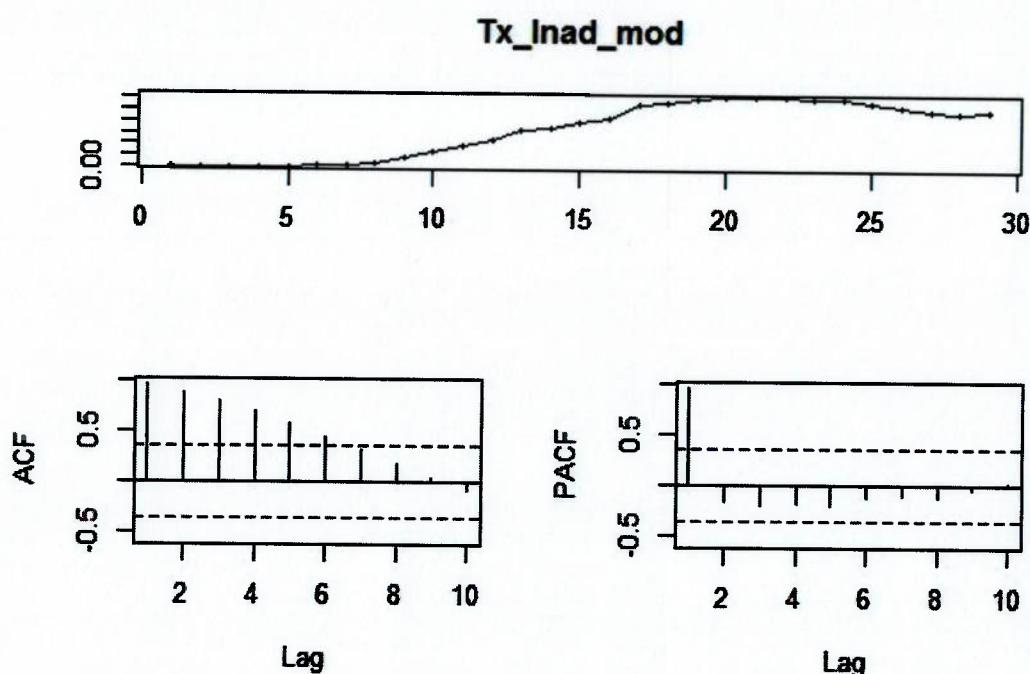
Conforme já explicado nos itens anteriores, a primeira fase de estimação de um modelo ARIMA é a avaliação das características da série temporal. Na Figura 2 é representada a evolução da série da taxa de inadimplência para o período de ajuste, de jan/16 a maio/18 somando 29 observações, e o período de validação, de jun/18 a ago/18 somando 3 observações.

Realizou-se, em seguida, o teste KPSS para verificar a estacionaridade da taxa de inadimplência. Como o valor do teste, 0,9302, é superior ao valor crítico com 95% de significância (0,463), pode-se concluir que existe raiz unitária na série, conforme a Tabela 1. As funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) estão evidenciadas na Figura 2, onde pode-se observar que seus coeficientes não diminuem rapidamente para zero quando o valor de *lags* (*k*) aumenta, e alguns valores ultrapassam os níveis de controle, representado pelas linhas pontilhadas presentes nos gráficos.

Tabela 1 - Teste KPSS para a série Taxa de Inadimplência.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - Taxa de Inadimplência				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,9302	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Figura 2 - ACF e PACF da série Taxa de Inadimplência.

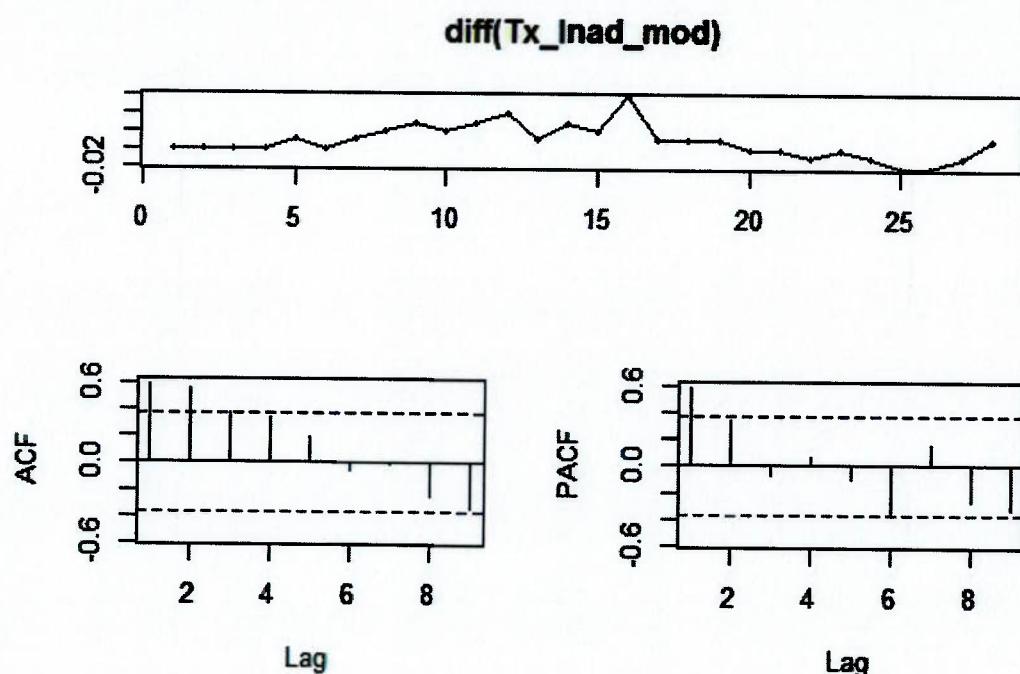


Tomando a primeira diferença para a série e refazendo o teste KPSS, com o resultado mostrado na Tabela 2, como o valor de 0,318 do teste, agora, é inferior ao valor de 0,463 crítico a 95%, é suficiente tomar a primeira diferença para eliminar a presença de raiz unitária. A Figura 3 mostra as funções ACF e PACF da primeira diferença da série, onde conclui-se que os coeficientes diminuem rapidamente para zero quando se aumenta o valor de *lags* (*k*) e seus valores não ultrapassam os níveis de controle, confirmando a remoção da autocorrelação.

Tabela 2 - Teste KPSS para a 1^a diferença da série Taxa de Inadimplência

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - Taxa de Inadimplência (1 ^a diferença)				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,318	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Figura 3 - ACF e PACF da 1^a diferença da série Taxa de Inadimplência.



Após o teste KPSS, foi estimado os parâmetros de modelos ARIMA (p, d, q), onde $p, q = 0, \dots, 3$, exceto para $p = q = 0$ e, ao final, obtém-se 15 modelos.

Tabela 3 - Teste AIC para os Modelos ARIMA (p,d,q)

	Modelo	AIC
1	ARIMA(0,1,1)	-146,6
2	ARIMA(0,1,2)	-151,0
3	ARIMA(0,1,3)	-151,0
4	ARIMA(1,1,0)	-151,7
5	ARIMA(1,1,1)	-152,2
6	ARIMA(1,1,2)	-151,1
7	ARIMA(1,1,3)	-149,1
8	ARIMA(2,1,0)	-153,2
9	ARIMA(2,1,1)	-151,3
10	ARIMA(2,1,2)	-149,3
11	ARIMA(2,1,3)	-147,8
12	ARIMA(3,1,0)	-151,3
13	ARIMA(3,1,1)	-149,3
14	ARIMA(3,1,2)	-147,3
15	ARIMA(3,1,3)	<u>-149,3</u>

O modelo escolhido para a realização da previsão da série da taxa de inadimplência foi o ARIMA(2,1,0) pois apresenta o menor erro segundo o critério AIC (-153,2 conforme Tabela 3).

A equação do modelo ARIMA selecionado pode ser descrita, através dos coeficientes resultantes, conforme a equação (7).

$$Y_t(1 - L)(1 - \Phi_1 * L - \Phi_2 * L^2) = e_t \quad (7)$$

onde L é o operador atraso e $\Phi_1 = 0,3828$ e $\Phi_2 = 0,3794$.

Em seguida o modelo selecionado foi rodado e comparado com as observações reais. O resultado pode ser visto na Figura 4, e as funções de ACF e PACF podem ser observadas na Figura 5. Aqui, pode-se concluir que não há autocorrelação, pois os coeficientes diminuem rapidamente para zero quando se aumenta o valor de *lags* (k) e seus valores não ultrapassam os níveis de controle.

Figura 4 - Previsão utilizando o modelo ARIMA(2,1,0).

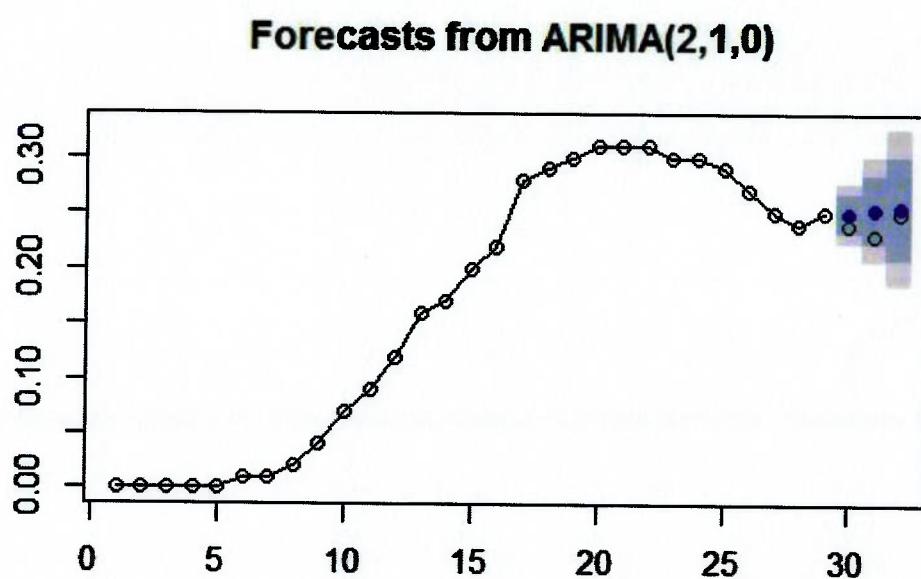
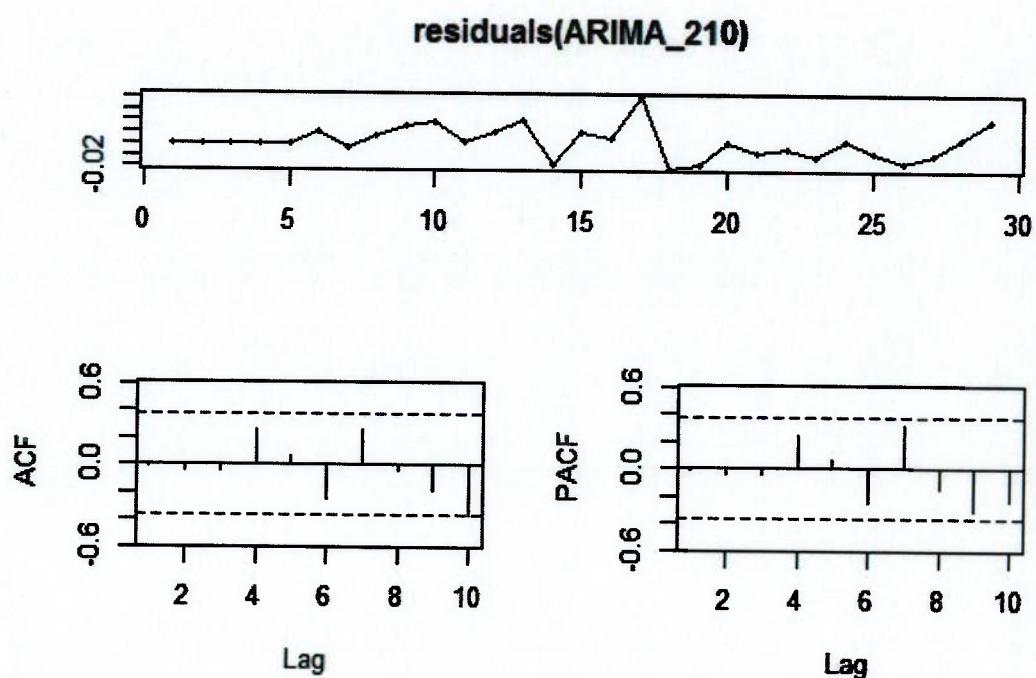


Figura 5 - ACF e PACF do modelo ARIMA(2,1,0).



Para a segunda parte da análise, na qual foram testadas como as variáveis macroeconômicas (SELIC, IPCA e Taxa de Desemprego) são cointegradas com a taxa de inadimplência, utilizou-se, novamente, o teste KPSS para analisar a presença de raiz unitária. Para a taxa de inadimplência o teste já foi realizado.

Para todas as três séries macroeconômicas selecionadas, foram realizadas as funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF), bem como o teste KPSS.

Na Figura 6, observa-se as ACF e PACF da primeira série analisada, IPCA. Como os coeficientes ultrapassam os valores de controle, e não diminuem rapidamente para zero, pode-se concluir que há correlação entre os dados observados. Fato corroborado pela realização do teste KPSS (Tabela 4), onde o

valor do teste estatístico foi de 0,9895, sendo superior ao valor crítico de 0,463 à 95% de confiança, confirmando, assim, presença de raiz unitária.

Figura 6 - ACF e PACF da série IPCA.

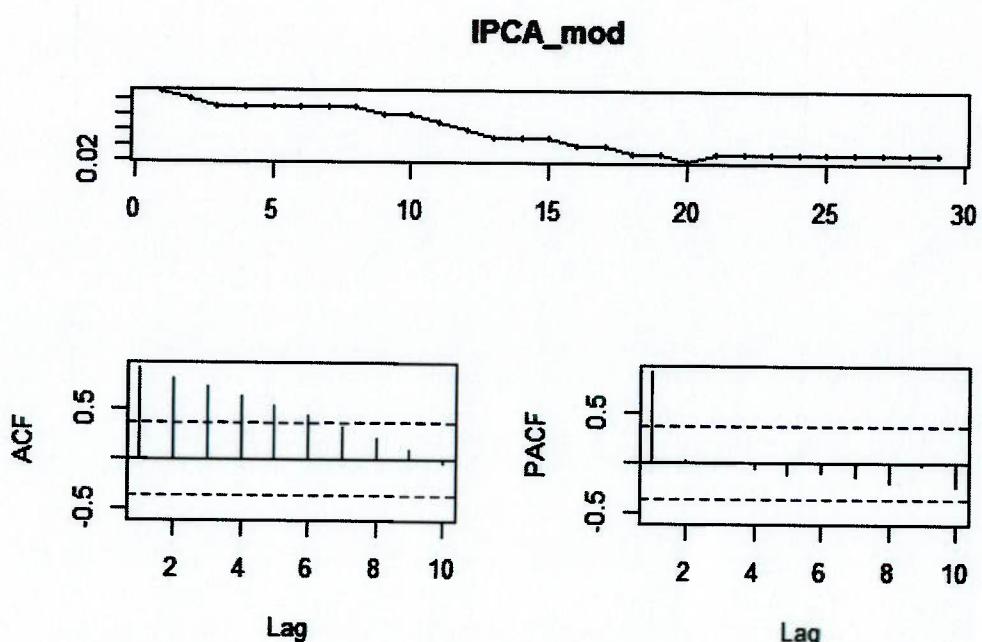


Tabela 4 - Teste KPSS da série IPCA.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - IPCA				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,9895	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

A segunda série de dados analisada foi a SELIC. Na Figura 6, observa-se as suas ACF e PACF. Como para esta série, também, os coeficientes ultrapassam os valores de controle, e não diminuem rapidamente para zero, pode-se concluir que há correlação entre os dados observados. Através da realização do teste KPSS, com os resultados demonstrados na Figura 11, onde o valor do teste estatístico foi de 0,9655, sendo superior ao valor crítico de 0,463 à 95% de confiança, se confirma, assim, presença de raiz unitária.

Figura 7 – ACF e PACF da série SELIC.

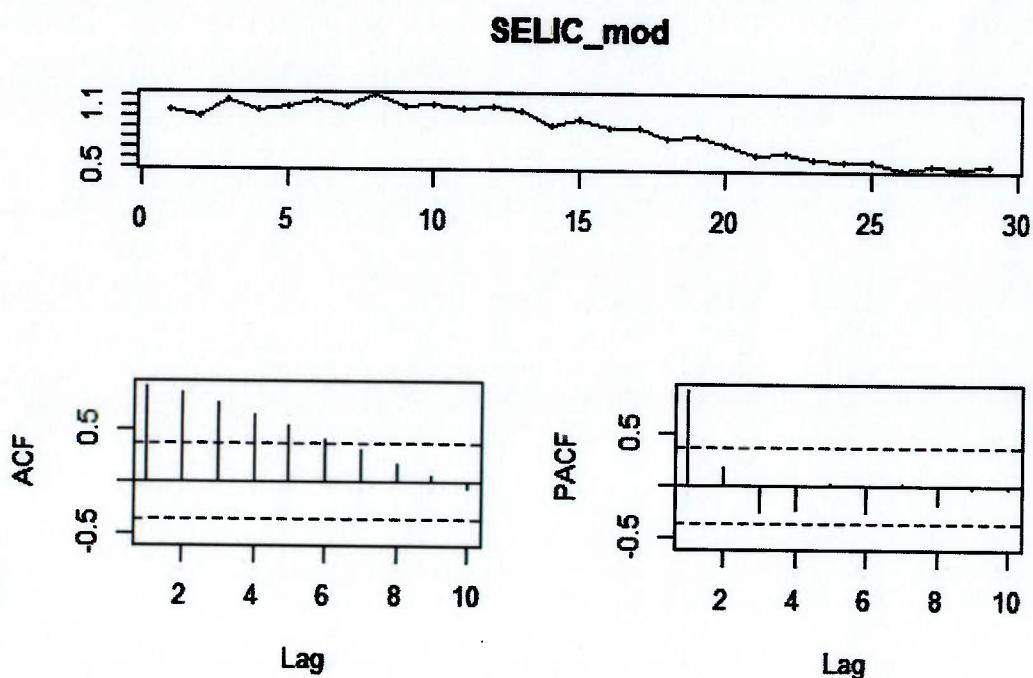


Tabela 52 - Teste KPSS da série SELIC

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - SELIC				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,9655	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

A Taxa de Desemprego foi a última série de dados macroeconômica analisada. Na Figura 8, observa-se as suas funções ACF e PACF. Para esta série, também, os coeficientes ultrapassam os valores de controle, e não diminuem rapidamente para zero conforme os valores de k (*lags*) aumentam, conclui-se que há correlação entre os dados observados.

Confirma-se pelo teste KPSS, onde o valor do teste estatístico foi de 0,5922, sendo superior ao valor crítico de 0,463 à 95% de confiança, presença de raiz unitária, conforme a Tabela 6.

Figura 8 - ACF e PACF da série Taxa de Desemprego.

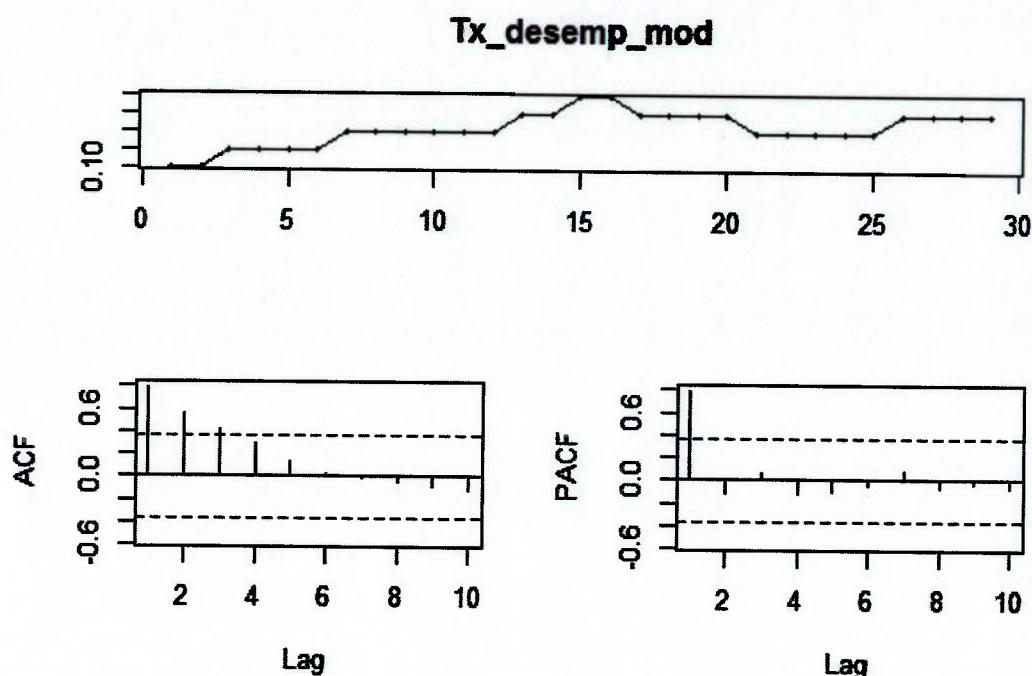


Tabela 6 - Teste KPSS da série Taxa de Desemprego.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - Taxa de Desemprego				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,5922	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Devido aos resultados das análises das funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) e, também, pelo teste de raiz unitária KPSS, é

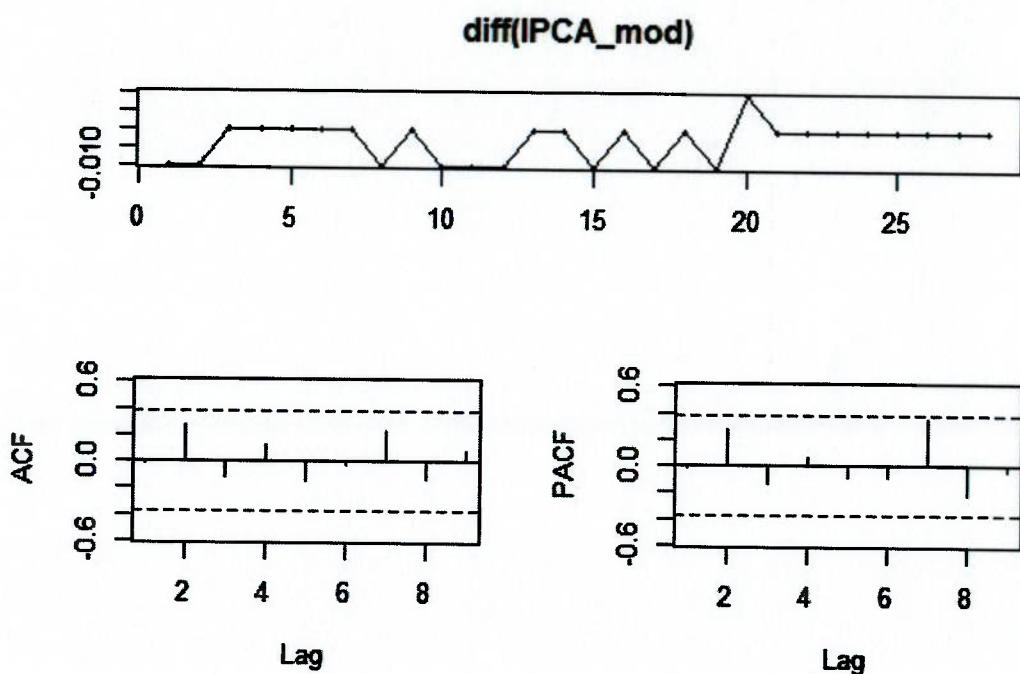
necessário realizar os teste estatísticos tomando a 1^a diferença de cada uma das séries e analisar se será suficiente para as eliminações da correlação entre os dados e das raízes unitárias.

Seguindo a mesma ordem de análise anterior, temos, primeiramente o resultado do teste KPSS da 1^a diferença da série IPCA (Tabela 7). O valor do teste foi de 0,3445, valor inferior ao crítico a de 0,463 a 95% de confiança. Assim, podemos concluir que a raiz unitária foi eliminada bem como a correlação entre os dados pois ao analisar as funções ACF e PACF (Figura 9), pode-se observar que os coeficientes não ultrapassam os valores críticos.

Tabela 7 - Teste KPSS da 1^a diferença da série IPCA.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - IPCA (1 ^a diferença)				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,3445	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Figura 9 - ACF e PACF da 1^a diferença da série IPCA.



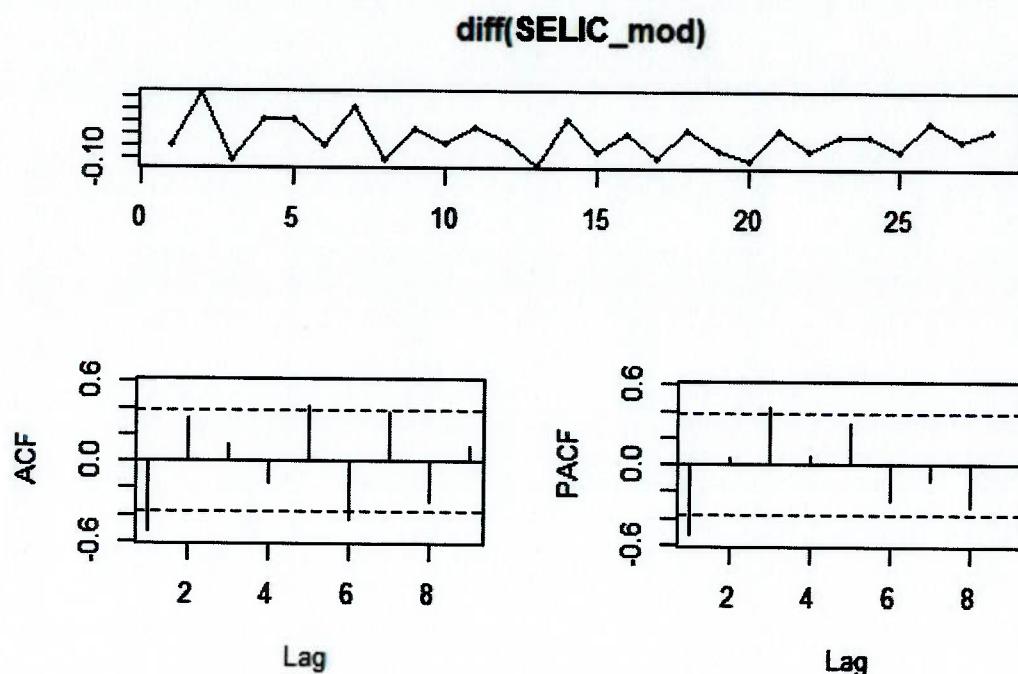
O resultado do teste KPSS da 1^a diferença da série SELIC pode ser observado na Figura 10. O valor do teste foi de 0,3027, valor inferior ao crítico a de 0,463 a 95% de confiança, evidenciando, assim, que a raiz unitária foi

eliminada. Nas funções ACF e PACF (Tabela 8), pode-se observar que os coeficientes não ultrapassam os valores de controle, por isso, conclui-se, também, a eliminação da correlação entre os dados observados.

Tabela 8 - Teste KPSS da 1^a diferença da série SELIC.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - SELIC (1 ^a diferença)				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,3027	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Figura 30 - ACF e PACF da 1^a diferença da série SELIC.

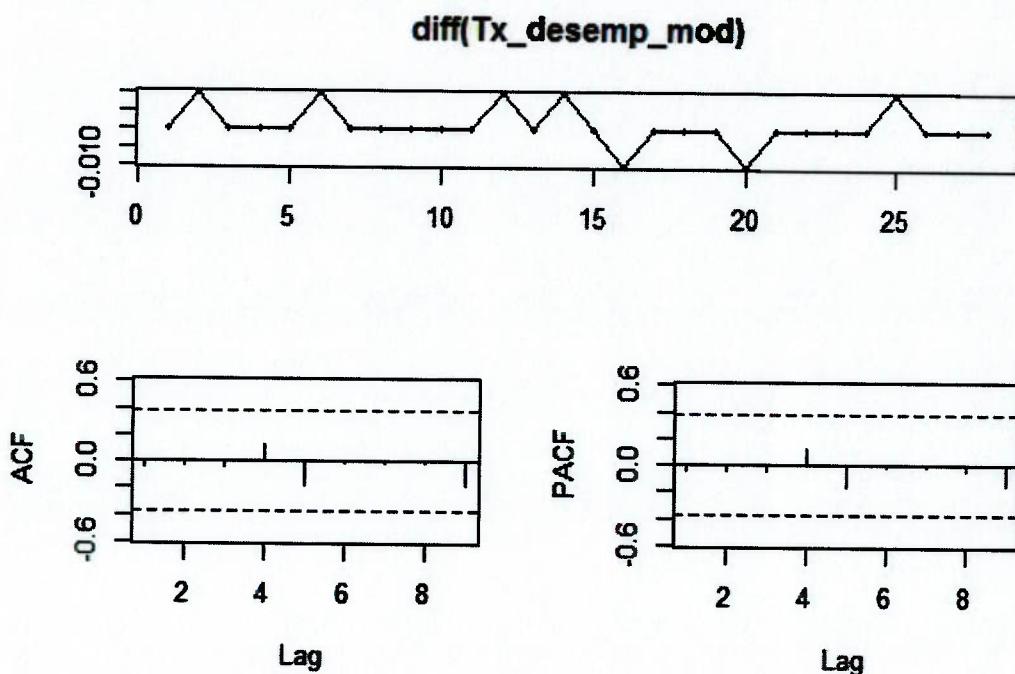


O resultado do teste KPSS da 1^a diferença da última série de dados, Taxa de Desemprego, pode ser observado na Tabela 9. O valor do teste foi de 0,1909, sendo inferior ao crítico a de 0,463 a 95% de confiança, conclui-se, assim, a eliminação da raiz unitária. Como os valores coeficientes das funções ACF e PACF (Figura 11) não ultrapassam os valores de controle, conclui-se, também, a eliminação da correlação entre os dados observados.

Tabela 9 - Teste KPSS da 1^a diferença da série Taxa de Desemprego.

Teste de Raiz Unitária KPSS				
Resultado Teste - Taxa de Desemprego (1 ^a diferença)				
Valor Estatístico	Valores Críticos			
0,1909	90%	95%	97,5%	99%
	0,347	0,463	0,574	0,739

Figura 41 - ACF e PACF da 1^a diferença da série Taxa de Desemprego.



O valor do teste, tomado a primeira diferença de cada uma das séries macroeconômicas, é inferior ao valor crítico, ou seja, não há presença de raiz unitária.

Com as séries todas ajustadas, foi aplicado o teste de traço de Johansen para cada par de série, onde a taxa de inadimplência permaneceu fixa, variando somente o segundo conjunto de dados, assim, o teste foi repetido três vezes.

O primeiro par verificado foi a Taxa de Inadimplência e a IPCA, o próximo foi a SELIC e, por último, a Taxa de Desemprego.

Conforme já explicado anteriormente, no teste de traço de Johansen, a hipótese nula do teste é de que o número de vetores de cointegração é menor ou igual à r , enquanto a hipótese alternativa é de que o número de vetores é maior do que r . Dado que o teste foi realizado utilizando as séries duas a duas,

a hipótese nula, neste caso, é de que o número de vetores de cointegração é zero, ou seja, não há cointegração entre as duas séries analisadas..

Para o primeiro caso, foram analisadas as séries Taxa de Desemprego e a IPCA, não é possível rejeitar a hipótese nula de que não há cointegração entre as séries, dado que o valor do teste, 12,31, a um nível de confiança de 95%, é menor que o valor crítico, 17,95. Ou seja, neste caso não há cointegração entre a série taxa de inadimplência e IPCA, conforme Tabela 10.

Tabela 5 - Teste Johansen para a Taxa de Inadimplência e a IPCA.

Hipóteses	Valor Estatístico	Valor Crítico (95%)
H1 r <= 1	2,88	8,18
H0 r = 0	12,31	17,95

Já para os dois outros casos, podemos rejeitar a hipótese nula de que não existe cointegração entre as séries pela mesma análise anterior (valor do teste > valor crítico), concluindo que ambas as séries de dados, SELIC e taxa de desemprego, são cointegradas com a taxa de inadimplência.

Para o segundo par, Taxa de Inadimplência e a SELIC, o valor do teste estatístico foi de 21,75 contra 17,95 do valor crítico à 95% de confiança, conforme evidenciado na Tabela 11. Assim, podemos rejeitar a hipótese nula de que não existe cointegração entre as séries pela mesma análise anterior e afirmar que as séries são cointegradas.

Tabela 6 - Teste de Johansen para a Taxa de Inadimplência e o SELIC.

Hipóteses	Valor Estatístico	Valor Crítico (95%)
H1 r <= 1	4,65	8,18
H0 r = 0	21,75	17,95

O mesmo serve para o último par, Taxa de Inadimplência e a Taxa de Desemprego, no qual o valor do teste estatístico foi de 21,75 e o valor crítico à 95% de confiança foi 17,95, conforme resultado mostrado na Tabela 12. Portanto, a hipótese nula de que não existe cointegração entre as séries é rejeitada, podendo afirmar que as duas séries são cointegradas.

Tabela 7 - Teste de Johansen para a Taxa de Inadimplência e a Taxa de Desemprego.

Hipóteses	Valor Estatístico	Valor Crítico (95%)
H1 r <= 1	5,38	8,18
H0 r = 0	23,93	17,95

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi estimar e escolher o melhor modelo de série temporal para a série de dados de Taxa de Inadimplência de uma carteira de crédito pessoal a fim de utilizar para previsões. A metodologia utilizada foi a de Box-Jenkins, mais especificamente o modelo ARIMA para chegar nessa previsão. Variáveis macroeconômicas foram consideradas para entender como cada uma delas está correlacionada com a taxa foco do estudo, através do teste de traço de Johansen.

O melhor modelo Box-Jenkins foi o ARIMA(2,1,0), pois apresentou o menor valor AIC dentre todos os testados. Com o modelo selecionado, foi possível realizar a previsão para os próximos meses.

Em relação à segunda parte do trabalho, foi possível verificar que tanto a taxa SELIC, quanto a taxa de desemprego estão correlacionadas com a taxa de inadimplência, através do teste de traço de Johansen. Aumento da taxa de desemprego, pode significar que pessoas físicas anteriormente empregadas não possuem mais uma fonte de renda, ocasionando um aumento, consequentemente, na taxa de inadimplência. O contrário, pode se mostrar verdadeiro também.

O juro cobrado em cima de qualquer empréstimo monetário é balizado pela taxa SELIC, portanto, um aumento desta pode ocasionar parcelas do contrato maiores, fazendo com que a inadimplência aumente.

Para trabalhos futuros, sugere-se a construção de um modelo, como o VECM, que englobe as variáveis macroeconômicas junto à Taxa de Inadimplência a fim de realizar previsões para comparar com o modelo ARIMA e analisar qual deles apresenta maior assertividade.

6 BIBLIOGRAFIA

- AN, L.; BROWN D. Equity Market Integration between the US and BRIC Countries: Evidence from Unit Root and Cointegration Test. **Research Journal of International Studies**. Florida, v. 16, 2010.
- BALLINI, R. **Análise e Previsão de Vazões Utilizando Modelos de Séries Temporais, Redes Neurais e Redes Neurais Nebulosas**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Acordo de Basileia**. São Paulo, 2018. Disponível em:
<https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https%2F%2Fwww.bcb.gov.br%2Ffis%2Fsupervisao%2Fbasileia.asp>. Acesso em 10 outubro 2018.
- BEDIN, L. P. **Análise Empírica da Relação entre Taxa de Desemprego e a Inadimplência**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2015.
- CALDEIRA, A. A. et al. Sustentabilidade da dívida estadual brasileira: uma análise da relação dívida líquida e resultado primário. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 50, n. 2, p. 285-306, 2016.
- CASTRO, R. V. O. et al. **Projeções da Produção de Celulose de Fibra Curta no Brasil**. Curitiba, v. 41, n. 2, p. 369-376, 2011.
- CUNHA, C. A.; CUNHA, A. A. **O Efeito Pass-Through da Taxa de Cambio Sobre os Preços Agrícolas**. Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2005.
- GARBER, R. Análises de Séries Temporais. **Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, v. 2, p. 91-118, 1995.
- MENDONÇA, H. F. Metas para inflação e taxa de juros no Brasil: uma análise do efeito dos preços livres e administrados. **Revista de Economia Política**. São Paulo, v. 27, n.3, p. 431-451, 2007.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.
- PEIXOTO, M. F. **Índice de Inadimplência Serasa: Um estudo de Séries Temporais**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009.
- PFAFF, B. **Analysis of Integrated and Cointegrated Time Series with R**. Nova Iorque: Editora Springer, 2008.
- REIMBOLD, M. M. P. et al. Aplicação de Teste de Raiz Unitária às Variáveis de Propulsores Eletromecânicos. **Vivências**. Rio Grande do Sul, v. 13, n. 25, p. 46-54, 2017.
- RIBEIRO, P. F. **Testando a cointegração entre os fundamentos e a taxa real de câmbio: Evidências para países selecionados**. Rio de Janeiro: Instituto de pesquisa Econômica Aplicada, 2013.

SATO, R. C. **Gerenciamento de doenças utilizando séries temporais com o modelo ARIMA**. São José dos Campos: Universidade Federal de São Paulo, 2013.

SEGALA, A. **Modelos de Séries Temporais: Uma Aplicação na Projeção de Inadimplência de uma Instituição Financeira**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SMITH, R. P. **Estimation and inference with non-stationary panel time-series data**. London: Birkbeck College, 2000.

SOUZA, G. S et al. Previsões para o Mercado de Carnes. **RESR**. Piracicaba, v. 49, n. 2, p. 473-492, 2011.

ZANIBONI, N. C. **A Inadimplência do Sistema Financeiro no Brasil Explicada por Meio de Fatores Macroeconômicos**. São Paulo: Univarsidade de São Paulo, 2013.