



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA, CONTABILIDADE E
SECRETARIADO EXECUTIVO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

CICLO ECONÔMICO VERSUS INADIMPLÊNCIA PESSOA
FÍSICA NO BRASIL: 2011 A 2018

FRANCISCO GLEYDSON FRANCO MACIEL

FORTALEZA – CEARÁ
2019

FRANCISCO GLEYDSON FRANCO MACIEL

**CICLO ECONÔMICO VERSUS INADIMPLÊNCIA PESSOA
FÍSICA NO BRASIL: 2011 A 2018**

**Monografia apresentada à Faculdade de
Economia, Administração, Atuária,
Contabilidade e Secretariado Executivo,
como requisito parcial para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências
Econômicas.**

**Orientador: Prof. Dr. José Henrique
Félix Silva**

FORTALEZA – CEARÁ

2019

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)

F895c Franco Maciel, Francisco Gleydson.
Ciclo econômico versus inadimplência pessoa física no Brasil : 2011 a 2018 / Francisco
Gleydson Franco Maciel. – 2019.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências
Atuariais, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. José Henrique Félix Silva.

1. Atividade econômica. 2. Inadimplência pessoa física. 3. Hipótese da instabilidade
financeira. I. Título.

CDD 368.01

FRANCISCO GLEYDSON FRANCO MACIEL

**CICLO ECONÔMICO E O FENÔMENO DA INADIMPLÊNCIA PESSOA
FÍSICA NO BRASIL: 2011 A 2018**

Esta monografia foi submetida à Coordenação do Curso de Ciências Econômicas como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta monografia é permitida, desde que feita de acordo com as normas de ética científica.

Data da aprovação ____/____/____

Prof. Dr. José Henrique Félix Silva
Orientador

Prof. Dr. Glauber Marques Nojosa
Membro da Banca Examinadora

Prof. Dr. José Coelho Matos Filho
Membro da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e perseverança para concluir este trabalho.

Agradeço meus pais, familiares e amigos pelo incentivo durante toda essa jornada.

Aos meus professores, em especial ao Prof. Henrique Félix, pelas orientações, conhecimento obtido e por todos os ensinamentos.

RESUMO

Este estudo estruturou-se na Hipótese da Instabilidade Financeira (HIF) de Minsky (1986), com o objetivo de se provar que existe uma relação pró ciclicidade entre a atividade econômica e a inadimplência da pessoa física. Dados do período março/2011 a novembro/2018 do Índice do Banco Central de Atividade Econômica – IBC-Br e do Indicador de Inadimplência da Pessoa Física, ambos do Banco Central, foram utilizados para estimar, através de um Modelo Vetor Auto Regressivo (VAR) e da Função Impulso Resposta, o impacto da atividade econômica sobre a inadimplência. Para testar causalidade entre estas variáveis, utiliza-se o teste de Granger. Os resultados obtidos corroboram com a hipótese da existência de uma relação negativa entre a atividade econômica e a inadimplência da pessoa física.

Palavras-chave: Atividade Econômica. Inadimplência Pessoa Física, Hipótese da Instabilidade Financeira.

ABSTRACT

This study was structured in the Financial Instability Hypothesis (HIF) of Minsky (1986), using its concept in order to prove that there is a relationship of procyclicality between economic activity and the default of the individual. Data from the period from march/2011 to November/2018 of the Central Bank Index of Economic Activity (IBC-Br) and the Consumer Price Delinquency Indicator, both of the Central Bank, were used to estimate, through a Vector Regressive Vector (VAR) and Function Impulse Response, the impact of economic activity on defaults. To test causality among these variables, the Granger test was used. The results obtained corroborate the hypothesis of the existence of a negative relationship between the economic activity and the default of the individual.

Key words: economic activity, natural person default, Financial Instability Hypothesis, procyclicality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Função Impulso-Resposta.....	41
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Decomposição da variância de $y_{t+h} - E_t(y_{t+h})$	29
Quadro 2 - Decomposição da variância de $z_{t+h} - E_t(z_{t+h})$	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – As variáveis em nível.....	31
Gráfico 2 - Variações interanuais de PIB e IBC-Br.....	33
Gráfico 3 - Variações anuais de PIB e IBC-Br.....	33
Gráfico 4 - Variações trimestrais de PIB e IBC-Br	34
Gráfico 5 - PIB e IBC-Br	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – PCLD Bacen.....	15
Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária (Augmented Dickey-Fuller Test - ADF)	36
Tabela 3 - Teste de Raiz Unitária (Teste de Lag)	37
Tabela 4 - Vetor Auto-regressivo (VAR).....	38
Tabela 5 - T de STUDENT.....	39
Tabela 6 - Teste de Causalidade de Granger.....	39
Tabela 7 - Decomposição da Variância para D(IBC_BR)	42
Tabela 8 - Decomposição da Variância para D(INADIM).....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1. O Conceito de Inadimplência.....	15
2.2. Inadimplência e o ciclo econômico.....	17
2.2.1. Fatores Microeconômicos	17
2.2.1. Fatores Macroeconômicos.....	18
2.3. O Acordo de Basiléia	20
3. METODOLOGIA.....	22
3.1. Vetor Auto regressivo (VAR).....	22
3.1.1. Teste de Causalidade de Granger.....	25
3.1.2. Função Impulso-Resposta.....	27
3.1.3. Decomposição da Variância.....	29
3.2. Base de Dados e Variáveis Utilizadas	31
3.2.1. Inadimplência da Carteira de Crédito da Pessoa Física.....	32
3.2.2. Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC-Br).....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Teste de Estacionariedade	37
4.2. Seleção do Modelo VAR.....	37
4.3. O Modelo VAR.....	38
4.4. Teste de Causalidade de Granger.....	40
4.5. Análise da Função Impulso-Resposta.....	41
4.6. Análise da Decomposição da Variância.....	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Para Holanda (2010), crédito significa confiança ou segurança na verdade de alguma coisa, crença, aquilo que é devido a alguém, a cessão de um bem em troca de uma promessa de pagamento futuro.

Nos dias atuais, o papel do crédito é de primordial importância em qualquer cenário econômico, visto que a sociedade está cada vez mais financeirizada e a compra e venda de bens e serviços ocorrem, em sua maioria, através do endividamento das famílias.

Silva (2013) adverte sobre o papel do econômico e social do crédito:

- Possibilita às empresas aumentar seu nível de atividade;
- Estimula a demanda agregada;
- Ajuda as pessoas a obter moradia, bens e alimentos;
- Facilita a implementação de projetos para os quais as empresas não possuem recursos próprios suficientes.

No âmbito dos estudos sobre o crédito, o tema da inadimplência assumiu importância capital.

Conforme Houaiss (2001), o vocábulo inadimplência foi introduzido em no idioma brasileiro por volta de 1958 e significa, em sentido mais amplo, a ausência do cumprimento de uma obrigação.

No site *www.significados.com.br* (2018), encontra-se a seguinte assertiva: “no âmbito jurídico, classifica-se determinada pessoa como inadimplente quando esta não cumpre ou executa a sua responsabilidade financeira que está prevista num contrato, seja a sua totalidade ou parte desta”.

Com a atual crise vivida no Brasil e com o risco de crédito intrinsecamente ligado ao ciclo econômico, as empresas ofertantes de crédito sofrem com o aumento da inadimplência e o discurso para justificar tal aumento é a diminuição da atividade econômica, do emprego e aumento dos juros.

Apesar de várias pesquisas ligadas ao tema ainda há dificuldade em medir o risco de crédito ao longo do ciclo econômico, fazendo com que seja frequentemente subestimado em momentos de expansão econômica e sobrestimado em momentos de recessão. Segundo Borio *et al.* (2001), durante uma expansão, a subestimação

dos riscos contribui para o rápido crescimento do crédito, inflação dos preços de ativos, redução dos *spreads* dos empréstimos, além de contribuir para que os bancos mantenham relativamente menos capital e provisões. Na recessão, quando o risco e a inadimplência são elevados, o contrário tende a acontecer.

A inadimplência de crédito é um assunto que muito interessa aos reguladores e instituições financeiras, o reflexo disso é o acordo de capital de Basileia, nas suas três versões (1988, 2004 e 2011), vêm salientando a condição de prociclicidade entre a inadimplência e o ciclo econômico. Alguns autores como Chu (2001) e Minsky (1986) já verificaram a ocorrência dessa relação negativa no âmbito do crédito, porém com pouca ênfase na inadimplência pessoa física.

Nesse contexto, este trabalho inova em examinar empiricamente essa condição de prociclicidade da atividade macroeconômica e sua relação com a inadimplência pessoa física no Brasil.

Sob a hipótese de que a inadimplência cresce em cenários de recessão econômica, este estudo utiliza um modelo de séries temporais VAR, onde a variável inadimplência será regredida com o indicador da atividade econômica IBC-Br, com dados oriundos do Banco Central do Brasil – BACEN, no período de março de 2011 a novembro de 2018.

Além dessa introdução, este trabalho contempla mais cinco seções. Na segunda seção, faz-se uma revisão de literatura sobre o tema inadimplência e os principais autores que estudaram sua relação com ciclo econômico. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada. Na quarta seção, analisam-se os resultados. Por fim, a quinta seção tem-se as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O Conceito de Inadimplência

Ludícibus, Marion e Pereira (2003), definem tal termo como a falha em atender um contrato, sendo que a inadimplência se refere a falha no pagamento de juros ou principal sobre obrigações de empréstimo.

Weiszflog (2004), conceitua inadimplência como descumprimento de um contrato ou qualquer uma de suas condições. Sendo assim entende-se inadimplência como falta de honra com algum compromisso contratual ou não.

Para o comitê de Basiléia de Supervisão Bancária, a inadimplência é caracterizada quando um dos seguintes eventos acontece:

- O grupo bancário considera que é improvável que o credor pague sua obrigação integralmente e não tem como recorrer a ações como a liquidação de ativos (se houverem).
- O credor está em atraso superior a 90 dias em qualquer obrigação de crédito ao grupo bancário. Saques sem disponibilidade de fundos serão considerados em atraso quando o cliente tiver superado um limite aconselhado ou se for avisado de um limite inferior à sua disponibilidade corrente.

A inadimplência já faz parte do orçamento e do planejamento de qualquer empresa em especial as do sistema financeiro nessas empresas para fins de previsão de sua inadimplência segue-se a resolução CMN nº 2.682/99, que trata da PCLD (Provisão para Crédito de Liquidação Duvidosa) que determina a classificação do nível de risco das carteiras das empresas, a seguir quadro do nível de risco (Tabela 1).

Tabela 1 – PCLD Bacen

Risco Nivel	Faixa	%
AA	EM DIA	0,0%
AA	Até 15 dias de atraso	0,5%
B	15-30 dias de atraso	1,0%
C	31-60 dias de atraso	3,0%
D	61-90 dias de atraso	10,0%
E	91-120 dias de atraso	30,0%
F	121-150 dias de atraso	50,0%
G	151-180 dias de atraso	70,0%
H	> 180 dias de atraso	100,0%

Fonte: Elaboração própria com dados do banco Central do Brasil.

A PCLD representa a estimativa de perda provável dos créditos em atendimentos a princípios da contabilidade, em especial da competência. (NIYANA E GOMES, 2012)

Diante disso, uma pessoa, seja física ou jurídica, se torna inadimplente de forma absoluta ou relativa, pois não consegue honrar com um endividamento obtido, seja ele passivo ou ativo. Abaixo serão definidos os termos usados.

O endividamento pode se dar de forma passiva ou ativa. Faria (2006), explica que o endividamento passivo ocorre quando o aumento da dívida se dá por consequência de uma situação inesperada por razão de doença, acidente ou desemprego por exemplo. Já o endividamento ativo se caracteriza por um montante alto de dívidas, sendo que em sua maioria é fruto de uma má gestão financeira.

O inadimplemento pode acontecer de forma relativa ou absoluta, segundo Maia (2007) o endividamento absoluto ocorre quando a obrigação não foi cumprida nem poderá sê-lo de forma útil ao credor. O inadimplemento relativo por sua vez no caso de mora do devedor, ou seja, quando ocorre o cumprimento imperfeito da obrigação, como por exemplo, o pagamento fora do prazo.

O estudo da inadimplência é muito demandado na economia, principalmente pois há uma tendência à financeirização, de fato o sistema econômico em que se vive trabalha em cima de rolagem de endividamento e muitas vezes as empresas ou pessoas se endividam para quitar uma dívida anterior, instituições financeiras tomam empréstimos para emprestar, e assim ganhar o *spread* da operação e tantas outras operações, por essa tendência a gestão da inadimplência é assunto de destaque e estudo tanto nas empresas quanto no governo. Segundo Barth

(2003) a probabilidade da inadimplência influencia e muito na determinação da taxa de juros a serem incorporados nas operações de crédito. No Brasil, onde a taxa de juros é um assunto importante, toda variável que possa influenciá-la torna-se objeto de estudos de alta relevância. A ampliação do endividamento do consumidor e a alta na inflação dificultam o pagamento de compromissos assumidos e aumenta a inadimplência.

2.2. Inadimplência e o ciclo econômico.

O estudo da inadimplência vem se tornando mais complexo dado que o crescimento econômico se dá, em sua maior parcela, através do consumo e para aumentar esse consumo as famílias optam pelo aumento do endividamento, uma nação com famílias muito endividadas não consome e por consequência a economia encolhe, os empregos diminuem e as famílias endividadas tornam-se inadimplentes, fazendo assim com que haja um ciclo.

Chu (2001), nos diz que os níveis de inadimplência podem ser atribuídos a dois fatores (i) os fatores microeconômicos, que tem a ver com o comportamento individual dos bancos, firmas e tomadores de créditos; ou (ii) a fatores macroeconômicos, que alteram o agregado da economia podendo ser eles, emprego, inflação entre outros. Neste estudo serão relacionados os níveis de inadimplência ao ciclo econômico sendo que mais voltado ao fator macroeconômico.

2.2.1. Fatores Microeconômicos

No que concerne aos fatores microeconômicos, pode-se analisar a inadimplência a luz dos C's DO CRÉDITO:

- Caráter
- Capacidade
- Capital
- Condições
- Colateral
- Conglomerado

O caráter é oriundo da decisão do indivíduo em pagar a dívida, de nada adianta situação favorável ao pagamento se a pessoa não estiver disposta a honrar com o combinado. Para Schrickel (1997) este é o “C” mais importante tendo em vista que, independente do montante emprestado, se refere a capacidade que o tomador tem de repagar o empréstimo.

A capacidade é a competência ou a possibilidade de o indivíduo honrar seus compromissos. Gitman (2001) define como capacidade o potencial do cliente para saldar os créditos obtidos. Conforme Blatt (1999) capital é a fonte de receita e renda do cliente, ou seja, quais as origens de seus recursos sua frequência e consistência.

Segundo Schrickel (1997) as condições dizem respeito ao cenário micro e macroeconômico em que o tomador está inserido. Este “C” é mais impactante quando o tomador em questão é uma pessoa jurídica.

O significado de colateral é garantia, também chamada de garantia assessoria, refere-se a riqueza patrimonial das empresas. Sua importância está em atenuar o risco diminuir a possibilidade de inadimplência. Refere-se a aos bens que podem ou possam ser dados como garantia pela transação.

O fator conglomerado refere-se análise conjunta para as empresas participantes do mesmo grupo econômico. Para Silva (2013) não basta conhecer a situação da empresa, mas é preciso que se conheça a situação de suas controladoras, é preciso definir a decisão do conglomerado.

2.2.1. Fatores Macroeconômicos

Minsky (1986) estabeleceu a Hipótese da Instabilidade Financeira (HIF), defendendo que a economia capitalista se movia em ciclos de expansão e recessão. Para ele, um incremento na renda reduz a aversão ao risco dos agentes econômicos, que se dispõem a implementar projetos de investimento cada vez mais arriscados e crescentemente demandantes de recursos de terceiros para sua execução. A boa situação da economia dá sustentação para um comportamento de manada por parte das instituições financeiras, que concedem crédito, inclusive àqueles que não são considerados bons tomadores de crédito.

Gourinchas et al. (2001) afirma que a maioria das crises bancárias é precedida por booms no mercado de crédito e que a inadimplência se mostra mais forte na recessão. Já Borio et al. (2001), nos mostra em seu estudo que durante a expansão econômica, a riqueza líquida do consumidor aumenta.

A inadimplência, portanto, deriva das expectativas dos agentes com a situação da economia, que em Minsky (1986), quando otimistas, incentivam a atuação alavancando o mercado financeiro, tornando os agentes mais tendentes ao risco e, quando pessimistas, retraem a atividade creditícia econômica. Então, a inadimplência deve mover-se na direção do ciclo, já que na expansão econômica ela estará baixa, corroborando as expectativas otimistas e na queda, a inadimplência deve aumentar, reduzindo a solvência dos agentes econômicos.

Existem vários trabalhos que buscam comprovar que o risco de crédito evolui ao longo do ciclo econômico. Bangia *et al.* (2002) utilizando uma base histórica de classificação de crédito da Standard & Poor's para 7.328 grandes empresas, mostraram que as probabilidades de migração de classificações de crédito variam de acordo com o ciclo econômico. Ao construir duas matrizes de migração de classificação de crédito, uma para períodos de expansão e outra para períodos de contração, os autores mostraram que a probabilidade de migração para uma classificação de risco pior e a probabilidade de default são significativamente maiores em períodos de contração econômica.

Carling *et al.* (2007) desenvolveram um modelo para estimar o risco de default da carteira de empréstimos de um grande banco da Suécia. Os autores utilizaram variáveis para medir características específicas da firma e também para avaliar as condições macroeconômicas e concluíram que variáveis macroeconômicas como, por exemplo, o produto, taxa juros e expectativa das famílias quanto à atividade econômica futura ajudam a prever o risco de default das firmas. Ao comparar o modelo que utilizava variáveis macroeconômicas com o modelo condicionado somente às informações específicas da firma, os autores concluíram que o primeiro é mais apto a captar o risco de default do período.

Considerando os efeitos do ciclo econômico sobre o risco de crédito, vários estudos propõem relacioná-lo às variáveis macroeconômicas utilizando modelos econométricos. Por exemplo, Wilson (1998) propõe um modelo para simular

a distribuição condicional da probabilidade de *default* e as probabilidades de migração de classificação de crédito de diferentes indústrias, condicionada a um conjunto de variáveis macroeconômicas como, por exemplo, taxa de desemprego, crescimento do produto e taxa de juros de longo prazo.

Koopman e Lucas (2005) utilizaram um modelo de componentes não observáveis para estudar o comportamento de dois determinantes importantes do risco de crédito, a taxa de default e o spread de crédito, e sua relação com o ciclo de negócios, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB) real. Utilizando dados da economia americana, para o período de 1933 a 1997, os autores mostram a existência de um movimento cíclico positivo entre os *spreads* e as taxas de default e negativo entre os *spreads* e o PIB real.

No Brasil, há poucos estudos que relacionam o risco de crédito ao ambiente macroeconômico. Schechtman et al. (2004) e Schechtman (2006) procuraram verificar a adequação dos níveis de provisão e capital regulamentar exigidos pelo Banco Central do Brasil (BCB) para cobrir a exposição ao risco de crédito. Chu (2001) investigou os principais fatores macroeconômicos que explicam a inadimplência bancária, para o período de 1994 a 2000. O trabalho utilizou um modelo de correção de erro com as seguintes variáveis: spread bancário, índice de produção industrial, índice de desemprego, taxa de juros Selic e taxa média de compulsório.

Das afirmações dos estimados autores podemos dizer que a inadimplência assim como a atividade econômica é apresentada por ciclos, sendo que num momento em que a atividade econômica está em alta a inadimplência tende a ser menor quando estamos num momento de atividade baixa a inadimplência tende a ser maior.

2.3. O Acordo de Basiléia

Os acordos de Basiléia são um conjunto de acordos bancários firmados entre vários bancos centrais de todo o mundo para prevenir o risco de crédito criando exigências mínimas de reserva de capital. Tendo sua coordenação concentrada no Banco de Compensações internacionais (BIS). Sendo organizados e publicados pelo Comitê de Supervisão Bancária de Basiléia (BCBS), daí tira-se o nome do acordo.

Celebram-se três acordos, Basileia I, II e III. O primeiro acordo foi firmado em 1988 e passou a vigorar no Brasil, pelo menos parcialmente em 1994, ano de publicação da Resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN). Um dos motivos da demora foi à instabilidade com o qual o país convivia. Assim, a partir da criação do plano real, permitiu-se ao país analisar de forma realística os riscos do sistema financeiro e, então, normatizar o sistema seguindo os princípios do acordo da Basileia.

O acordo de Basileia II apoia-se em três pilares, o primeiro trata de regras de capital mínimo, apresentado, além de novos métodos de avaliação para mensuração do risco de crédito, a introdução do risco operacional no cálculo medido separadamente dos demais. O segundo pilar abrange a revisão no processo de supervisão e serve para enfatizar princípios qualitativos específicos. Já o terceiro, discorre acerca do uso efetivo da disciplina de mercado.

De acordo com Dante (2005), um dos objetivos do novo acordo de capitais, chamado de Basileia II, é a aproximação entre capital regulamentar, que as normas impõem e o capital econômico que os bancos entendem como necessário.

Tal preocupação do acordo de Basileia se dá, pois, o capital deve ser proporcional ao risco de perda com inadimplência atribuída pelos bancos. Dante (2005) nos afirma ainda que nos períodos recessivos avalia-se que o risco com inadimplência é maior. O que corrobora a hipótese do presente trabalho.

O acordo mais recente, Basileia III, é o mais preocupado com a diminuição do risco, parte dessa preocupação ocorre por ter sido publicado em 2010 pouco tempo depois da crise de 2008 e tem por objetivo aumentar os requisitos de capital aumentando a liquidez e diminuindo a alavancagem bancária.

Os acordos de Basileia foram criados para proteger os bancos e seus clientes da quebra. São uma série de recomendações para regulamentações no setor bancário visando reduzir o risco advindos da inadimplência e dos ciclos econômicos.

3. METODOLOGIA

Nesta seção são apresentadas os fundamentos do modelo econométrico, bem como as variáveis e base de dados utilizados no exercício empírico. Optou-se por utilizar o modelo vetor auto regressivo (VAR) pelo fato de o mesmo ser uma metodologia para análise de séries temporais inter-relacionadas, por possibilitar a análise do choque que tais variáveis terão, ou não, entre si, e por ser um modelo já bastante explorado na literatura econômica. Além do modelo também serão utilizados testes para tentar demonstrar a relação de causalidade das variáveis, como o teste de causalidade de Granger, análise da função impulso resposta e decomposição da variância.

3.1. Vetor Auto regressivo (VAR)

O VAR como metodologia econométrica possibilita a expressão de modelos econômicos completos. Permite a estimação dos parâmetros estruturais de um modelo econômico através do estudo, definição, e uso de restrições entre as equações presentes no VAR especificado. Esta metodologia pode ser utilizada para a previsão, sistemas de séries temporais inter-relacionadas e para a análise de choques aleatórios em sistemas de variáveis (BUENO, 2011). Tal método pode ser especificado como:

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i Bx_{t-i} + B_{\epsilon t} \quad (1)$$

em que se expressa um modelo auto regressivo de ordem p por um vetor com n variáveis endógenas que estão vinculadas entre si por meio de uma matriz A . OA é uma matriz $n \times n$ que determina as restrições contemporâneas entre as variáveis que compõem o vetor $n \times 1$, X_t . Enquanto, B_0 é um vetor de constantes $n \times 1$. B_i são matrizes $n \times n$. e B , é uma matriz diagonal de desvios-padrão, enquanto ϵt é um vetor $n \times 1$ de “perturbações aleatórias não correlacionadas entre si contemporânea ou temporalmente”, (BUENO, 2011, p. 195). Esta forma estrutural expressa as relações entre as variáveis endógenas de um modelo. Os choques ϵt afetam, individualmente, a cada uma das variáveis endógenas, a independência dos choques ocorre sem a

perda de generalidade, e as inter-relações entre os choques são captadas indiretamente pela matriz A (BUENO, 2011). Então, em sua forma reduzida:

$$X_t = A^{-1}B_0 = \sum_{l=1}^p A^{-1} X_{t-l} + A^{-1}B_{\epsilon t}$$

$$= \phi_i + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-1} + \epsilon_t$$

Em que, $\phi_i \equiv A^{-1}B_i, i = 0, 1, \dots, p$ e o $B_{\epsilon t} \equiv A_{\epsilon t}$

Enders (2009) apud Bueno (2011) ao observar este modelo através de um exemplo bivariado de ordem 1 toma:

$$y_t = b_{10} - a_{12}z_t + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + \sigma_y \epsilon_{yt}$$

$$z_t = b_{20} - a_{21}y_t + b_{21}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + \sigma_z \epsilon_{zt}$$

Uma especificação onde as variáveis são influenciadas mutuamente uma pela outra, contemporaneamente, e por defasagens de seus valores (b_{12} é o efeito contemporâneo de uma mudança unitária de z_t em y_t). Um modelo não estimável diretamente, porque, respectivamente, as variáveis contemporâneas y_t e z_t são individualmente correlacionadas com os erros ϵ_{yt} ou ϵ_{zt} . Então o efeito feedback sucede porque y_t e z_t (afetam um ao outro) possuem uma interdependência contemporânea (BUENO, 2011). Assim o VAR tenta superar a esta questão ao talvez permitir encontrar a trajetória da variável de interesse a partir dos choques estruturais nos erros. O método admite as hipóteses de que y_t e z_t sejam séries estacionárias ou cointegradas, os erros sejam ruído branco ($\epsilon_{yt} \sim \text{RB}(0,1)$ e $\epsilon_{zt} \sim \text{RB}(0,1)$) e que as séries não sejam auto correlacionadas $\epsilon_{yt} \perp \epsilon_{zt} \rightarrow \text{Cov}(\epsilon_{yt}, \epsilon_{zt})$.

Após tirar as matrizes do exemplo bivariado de ordem 1:

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} \\ a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sigma_y & 0 \\ 0 & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon_{yt} \\ \epsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

$$\equiv A \quad \equiv X^t \quad \equiv B_0 \quad \equiv B_1 \quad \equiv B \quad \equiv \epsilon_t$$

Pode-se escrever a forma reduzida deste modelo simplificado:

$$AX_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + e_t$$

$$\phi_0 \equiv A^{-1}B_0; \quad \phi_1 \equiv A^{-1}B_1 \quad (2)$$

$$Ae_t \equiv B_{\epsilon t}$$

E para esta especificação, a condição de estabilidade é ter os “autovalores” de $(I - \phi_1 L)$ fora do círculo unitário.

Já um VAR completo de ordem p que permite a inter-relação de variáveis estacionárias e não estacionárias tomadas em nível (SIMS, 1980; SIMS, STOCK; WATSON, 1990) apud (BUENO, 2011) pode ter a representação:

$$X_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + GZ_{t-1} + e_t \quad (3)$$

em que X_t é um vetor $n \times 1$ de variáveis endógenas, G é uma matriz de coeficientes $n \times g$, Z_{t-1} é um vetor $g \times 1$ de variáveis exógenas (e que pode incluir variáveis determinísticas). Sugere-se transformar um VAR (p) em um VAR (1) quando se quer obter a função impulso-resposta decorrente de um choque estrutural, ou ainda, para descobrir se uma determinada estrutura multivariada é estacionária.

O VAR procura responder qual a trajetória de uma ou um conjunto de séries após um choque estrutural ao apresentar o tempo a que um choque afeta uma série e a sua mudança de patamar. Podendo ainda ser usado para a previsão.

3.1.1. Teste de Causalidade de Granger.

Considere duas séries temporais Y_t e Z_t , o teste de Granger-causalidade assume que as informações importantes para previsão das variáveis Y e Z estão contidas apenas nas séries temporais das duas variáveis. Desse modo, uma série temporal estacionária Y causa, no sentido de Granger, uma segunda série estacionária Z se melhores previsões estatisticamente significativas de Z poder ser conseguidas ao incluirmos valores defasados de Y aos valores defasados de Z. formalmente, o teste visa estimar as seguintes regressões:

$$Y_t = \sum a_i Z_{t-i} + \sum b_i Y_{t-i} + u_{1t} \quad (1)$$

$$Z_t = \sum a_i Y_{t-i} + \sum d_i Z_{t-i} + u_{2t} \quad (2)$$

Onde u_{it} são resíduos que se assume serem não correlacionados.

A equação (1) presume que valores correntes de Y estão relacionados a valores passados do próprio Y assim como a valores defasados de Z; a equação (2), por outro lado, postula um comportamento similar para a variável Z. Nada impede que as variáveis Y e Z sejam representadas na forma de taxas de crescimento, o que aliás tem sido quase que a regra geral na literatura, uma vez que é difícil achar variáveis que sejam estacionárias em seus níveis.

Após a estimação, temos quatro possibilidades diferentes:

1. Causalidade unilateral de Z para Y: quando os coeficientes estimados em (1) para a variável defasada Z são conjuntamente diferentes de zero ($\sum a_i \neq 0$), e quando o conjunto de coeficientes estimados em (2) para a variável Z não forem estatisticamente diferentes de zero ($\sum d_i = 0$).
2. Causalidade unilateral de Y para Z: quando o conjunto de coeficientes defasados para a variável Z na equação (1) não for estatisticamente diferente de zero ($\sum a_i = 0$) e o conjunto de coeficientes defasados para a variável X em (2) o for ($\sum d_i = 0$).

3. Bicausalidade ou simultaneidade: quando os conjuntos de coeficientes defasados de X e Y forem estatisticamente diferentes de zero em ambas as regressões.
4. Independência: quando, em ambas as regressões, os conjuntos de coeficientes defasados de X e Y não forem estatisticamente diferentes de zero.

Em linhas gerais, tendo como base que o futuro não pode prever o passado se a variável Y causa a variável Z, no sentido de Granger, então mudanças em Y devem preceder temporalmente mudanças em Z.

Um ponto que precede o teste de Granger-causalidade é a escolha apropriada de quantas defasagens utilizadas para estimação das equações (1) e (2), para tanto Maddala (1992) sugere que a dimensão das defasagens é, em certo sentido, arbitrária. Isso porque existe uma variedade de métodos alternativos para se determinar o tamanho ótimo de defasagens em um modelo. Gujarati (1995), no entanto, alerta para o fato de que a análise de causalidade é bastante sensível ao número de defasagens escolhido. Davidson e MacKinnon (1993) e Mills (1993) sugerem que se procure identificar o número de defasagens em primeiro lugar e só depois, então, efetuar os testes de causalidade.

Um dos testes mais utilizados para a escolha da quantidade ótima de defasagens deve-se a Schwarz (1978) e consiste em minimizar a seguinte função:

$$SC = \ln \hat{\sigma}^2 + m \ln n \quad (3)$$

Onde $\hat{\sigma}^2$ é a estimativa de máxima verossimilhança de σ^2 (soma do quadrado dos resíduos dividida por n), m é o número de defasagens e n é o número de observações. Basicamente, parte-se de um modelo de regressão com várias defasagens e vai-se gradativamente reduzindo o número de defasagens até que se encontre aquele valor de m que minimize o valor de SC (*Schwarz Criterion*).

3.1.2. Função Impulso-Resposta.

A função impulso-resposta tem por objetivo analisar o comportamento individual de cada variável de um sistema a partir de choques e desvios-padrão nas inovações de um modelo. Proposita analisar a sensibilidade das variáveis econômicas levando em conta choques específicos que ocorreram num determinado período em análise. Cada coeficiente apresenta a resposta de uma variável do modelo para uma inovação específica, deixando constantes as demais inovações nos outros períodos. Os choques ocorridos no modelo tornam-se ortogonais pela decomposição de Cholesky. E a ordenação das variáveis exerce um papel fundamental sobre o desempenho do modelo.

Sims (1980) apud Bueno (2011) traz a especificação de um sistema recursivo para identificar um modelo, impõe que alguns coeficientes conforme argumentos econômicos sejam iguais a zero e opina que o efeito feedback seja limitado. Como exemplo temos um modelo bivariado com a imposição que $a_{12} = 0$ resulta em:

$$y_t = b_{10} + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + \epsilon_{yt}$$

$$z_t = b_{20} - a_{21}y_t + b_{12}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + \epsilon_{zt}$$

Essa restrição é importante pois torna os parâmetros estruturais restantes identificáveis:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y & 0 \\ 0 & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon_{yt} \\ \epsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

Sabendo que $a_{12} = 0$ os erros reduzidos ficam $\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_y \epsilon_{yt} \\ \sigma_z - a_{21} \sigma_y \epsilon_{yt} \end{bmatrix}$,

De modo que:

$$var(e_1) = \sigma_y^2;$$

$$cov(e_1, e_2) = -a_{21} \sigma_y^2;$$

$$\text{var}(e_2) = \sigma_z^2 + a_{21}^2 \sigma_y^2.$$

Tais equações combinam-se para identificar o modelo, usando essas três equações com as equações a seguir se identifica os parâmetros estruturais do modelo.

$$\begin{aligned} \phi_{10} &= b_{10}; & \phi_{20} &= b_{20} - b_{10}a_{21}; \\ \phi_{11} &= b_{11}; & \phi_{12} &= b_{12}; \\ \phi_{21} &= -a_{21}b_{11} + b_{21}; & \phi_{22} &= -a_{21}b_{12} + b_{22}. \end{aligned}$$

A *decomposição de Choleski* é uma maneira triangular de decompor os resíduos e pode ser generalizada para um vetor com n variáveis endógenas. No acaso de n variáveis endógenas a matriz de covariância terá dimensão $n \times n$. É necessária a imposição de $\frac{n^2-n}{2}$ restrições. Para Bueno (2011) esta decomposição é triangular e força que a porção superior da diagonal tenha zeros, o que equivale à imposição das restrições requeridas. O problema dessa imposição é a definição de ordenação das variáveis que normalmente é arbitrária, ainda que atribuída a razões econômicas. Então a ordenação das variáveis define o formato das restrições de modo que diferentes ordenações originam distintas restrições. Então, se os autovalores da polinomial $(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)$ estiverem fora do círculo unitário é possível estimar um VAR (p) em um vetor de médias móveis infinito VMA (∞). Considerando o exemplo de um VAR (1) exposto por Bueno (2011):

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_1^i e_{t-1} = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\phi_1^i}{1-a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{yt} \varepsilon_{yt-i} \\ \sigma_{zt} \varepsilon_{zt-i} \end{bmatrix},$$

Em que $\bar{X} \equiv (I - \phi_1)^{-1} \phi_0$ é a medida de longo prazo. Após a definição da matriz:

$$\psi_i = \frac{\phi_1^i}{1-a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix}.$$

Logo:

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i B \varepsilon_{t-1} =$$

$$= \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \Psi_{i,11} & \Psi_{i,12} \\ \Psi_{i,21} & \Psi_{i,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{yt} \varepsilon_{yt-i} \\ \sigma_{zt} \varepsilon_{zt-i} \end{bmatrix}$$

Onde, “os elementos da matriz ψ são os multiplicadores de impacto de um choque sobre as variáveis endógenas” (BUENO, 2011, p. 217). De maneira que o impacto total de um choque de ε_{yt} sobre y_{t+h} é dado pela soma dos coeficientes $\Psi_{i,11}, i = 1, 2, \dots, h$. E sobre z_{t+h} , devem-se somar os coeficientes $\Psi_{i,21}$. Então quando se desenham os coeficientes contra i gera-se a função resposta ao impulso, e, a soma dos coeficientes contra i desenhada em um gráfico origina a função resposta ao impulso acumulada.

3.1.3. Decomposição da Variância.

Segundo Maia (2001) a decomposição da variância do erro de previsão indica a proporção do movimento na sequência de uma variável, devido ao seu choque puro em relação aos choques puros de outras variáveis que compõe o modelo VAR. se por exemplo, os choques ε_{1t} não explicam nada da $\sigma_y(n)^2$ em todo o horizonte de previsão, pode-se dizer que a série y_t é exógena. Toda via se ε_{1t} pode explicar completamente $\sigma_y(n)^2$, caracteriza-se y_t como endógena.

Bueno (2011) diz que a decomposição da variância se trata de uma forma de dizer que porcentagem da variância do erro de previsão decorre de cada variável endógena ao longo dos horizontes de previsão, para se compreender a idéia toma-se como exemplo um VAR (1) com duas variáveis endógenas, como apresentado na seção anterior:

$$X_{t+h} = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i}$$

Calculando o erro de previsão:

$$X_{t+h} - E_t(X_{t+h}) = \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i}$$

Destrinchando y_{t+h} :

$$y_{t+h} - E_t(X_{t+h}) = \Psi_{0,11}\varepsilon_{yt+h} + \Psi_{1,11}\varepsilon_{yt+h-1} + \dots + \Psi_{h-1,11}\varepsilon_{yt+1} + \Psi_{0,12}\varepsilon_{zt+h} + \Psi_{1,12}\varepsilon_{zt+h-1} + \dots + \Psi_{h-1,12}\varepsilon_{zt+1}.$$

Logo:

$$\sigma_y^2(h) = \sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2) + \sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2).$$

Agora para decompor a variância do erro de previsão, basta dividir ambos os lados da expressão por $\sigma_y^2(h)$:

$$1 = \frac{\sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)} + \frac{\sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)}$$

A seguir tabela com a decomposição da variância de y_{t+h} , quando $h = 1,2,3,4,5$.

Quadro 1 - Decomposição da variância de $y_{t+h} - E_t(y_{t+h})$			
h	$\sigma_y h$	$\frac{\sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)}$	$\frac{\sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)}$
1	0,956	100,00	0,00

2	1,063	94,53	5,47
3	1,116	88,09	11,91
4	1,152	83,24	16,76
5	1,176	80,03	19,97

Fonte: Elaboração própria, com dados de Bueno (2011, p. 221)

Bueno (2011) conclui que a tabela acima mostra que o erro de previsão aumenta com o horizonte de previsão, no entanto a importância do erro atribuída a cada variável se altera. No quinto passo, 20% do erro se deve a variável z .

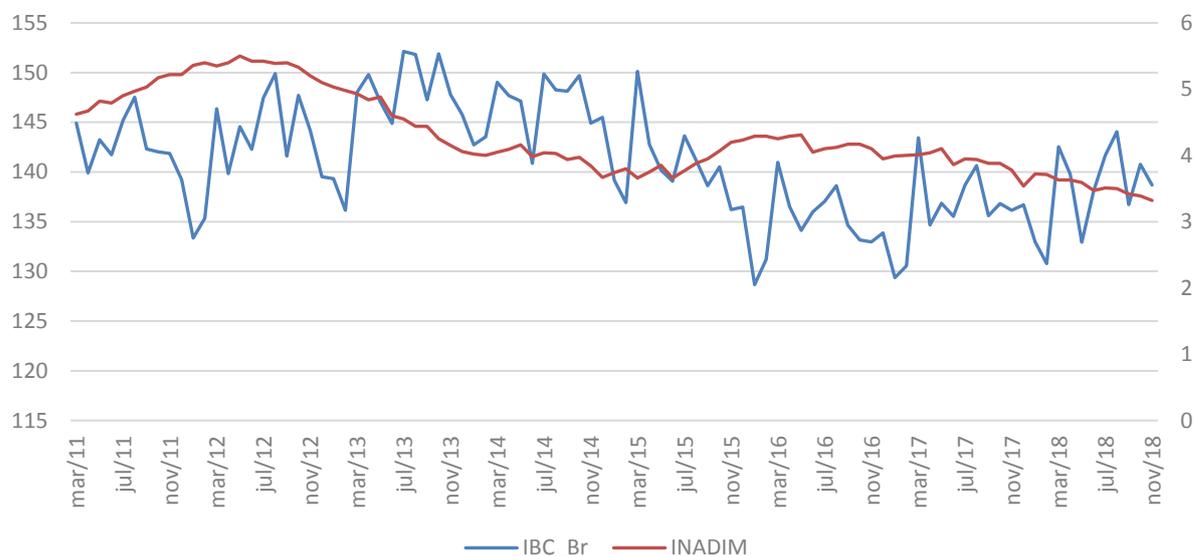
Quadro 2 - Decomposição da variância de $z_{t+h} - E_t(z_{t+h})$			
h	$\sigma_y h$	$\frac{\sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)}$	$\frac{\sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)}$
1	1,244	32,96	67,04
2	1,404	25,51	74,49
3	1,462	29,04	70,96
4	1,490	27,07	72,93
5	1,506	26,06	73,94

Fonte: Elaboração própria, com dados de Bueno (2011, p. 221)

3.2 Base de Dados e Variáveis Utilizadas

Os dados utilizados na análise empírica do modelo estimado foram coletados na base de dados do Banco Central do Brasil (BACEN), e abrangem 93 observações mensais que compreendem o período de 2011 M3 (mês 3) a 2018 M11 (mês 11), serão utilizadas duas séries, o Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC-Br) e a Inadimplência da carteira de crédito da pessoa Física (INADIM). Abaixo temo o gráfico 1 onde se plota as observações em nível a fim de uma análise preliminar.

Gráfico 1 – As variáveis em nível



Fonte: elaboração própria, confeccionado com o Microsoft Excel 2016

3.2.1. Inadimplência da Carteira de Crédito da Pessoa Física.

Segundo o Departamento de Estatísticas do Banco central do Brasil, via Portal de dados abertos BCB (2018) a inadimplência da carteira de crédito da pessoa física compreende:

“Percentual da carteira de crédito do Sistema Financeiro Nacional com pelo menos uma parcela com atraso superior a 90 dias. Inclui operações contratadas no segmento de crédito livre e no segmento de crédito direcionado”

Sendo que essa será a variável dependente, espera-se que a mesma seja impactada pelo índice de atividade econômica (IBC-Br).

3.2.2. Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC-Br)

Segundo o Banco central do Brasil, o Índice de Atividade Econômica do Banco Central trata-se de um Indicador mensal contemporâneo da atividade econômica nacional.

O site Br.advfn.com (2019) também nos diz que o indicador é utilizado como parâmetro de avaliação do ritmo de crescimento da economia brasileira mensalmente, e utilizado para antecipar o produto interno bruto (PIB) além de auxiliar a autoridade monetária a definir metas de da taxa básica de juros da economia (SELIC).

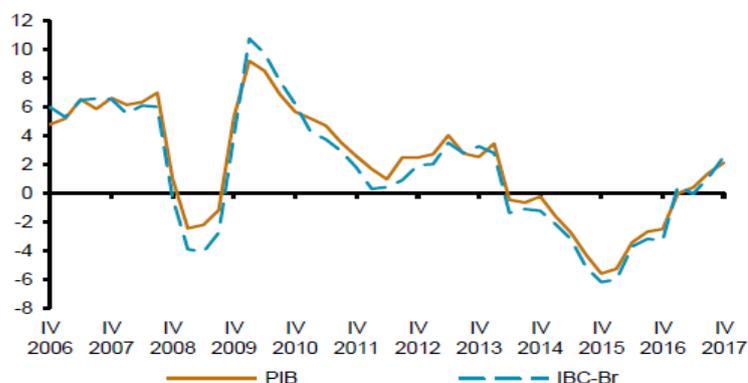
Quando se compara o IBC-Br ao PIB vê-se que ambos são indicadores que medem a atividade econômica, no entanto apresentam diferenças significativas na metodologia de cálculo.

O IBC-Br foi desenvolvido pelo banco central do Brasil com o intuito de ser referência na aferição da atividade econômica, sendo utilizado para orientar a política de controle de inflação pelo comitê de política monetária (COPOM), visto que o dado oficial, o PIB, é divulgado pelo instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) com uma defasagem trimestral. O indicador do BACEN é subsidiado pela trajetória de variáveis que são importantes para o desempenho dos três setores da economia (indústria, agropecuária e serviços).

O PIB por sua vez é calculado pelo instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) utilizando a soma de todos os bens e serviços produzidos na economia. Pela ótica da produção considera-se a agropecuária, a indústria, os serviços, além dos impostos. Já pelo lado da demanda, são computados dados do consumo das famílias, consumo do governo e investimentos, além de exportações e importações.

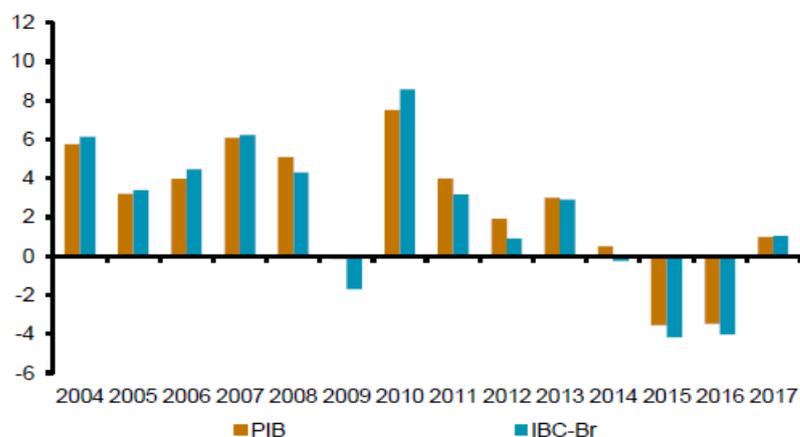
De modo geral o IBC-Br é um indicador de tendência do PIB, não podendo ser utilizado como prévia do mesmo, vide diferenças metodológicas e conceituais apresentadas acima, porém é um indicador importante e assertivo para medição da atividade econômica, visto que é base de tomada de decisão da autoridade monetária e como nos diz o Estudo Especial nº 3 (2018) o IBC-Br cumpre o papel de indicar a tendência da atividade econômica. Como podemos ver na figura abaixo, apesar das divergências pontuais apresentadas na crise financeira de 2008/2009 e recuperação em 2010 a trajetória de médio prazo da atividade econômica são similares nas duas séries e como o estudo nos diz, no período de 2004 a 2017, a diferença absoluta média das variações interanuais foi de 0,69 p.p na comparação trimestral (gráfico 2) e 0,61 p.p quando consideradas as taxas anuais de crescimento (gráfico 3).

Gráfico 2 – Variações interanuais de PIB e IBC-Br



Fonte: Gráfico transcrito do Estudo Especial nº 3 (2018), com dados do IBGE e BACEN

Gráfico 3 – Variações anuais de PIB e IBC-Br



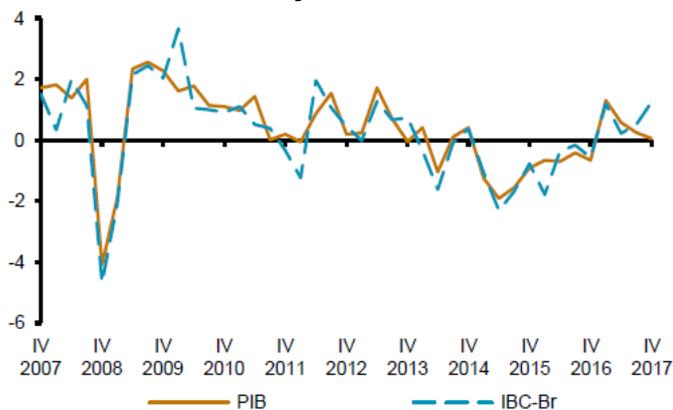
Fonte: Gráfico transcrito do Estudo Especial nº 3 (2018), com dados do IBGE e BACEN.

Para comparações de curto prazo convém se utilizar a série ajustada sazonalmente com o intuito de remover movimentos abruptos de picos e vale inerentes de certas épocas do ano, como por exemplo o efeito do natal ou quantidade de dias úteis.

No gráfico 4, quando se confrontam as variações trimestrais dessazonalizadas do IBC-Br com as do PIB podemos verificar algumas diferenças consideráveis que podem gerar conclusões conflitantes sobre a situação atual da

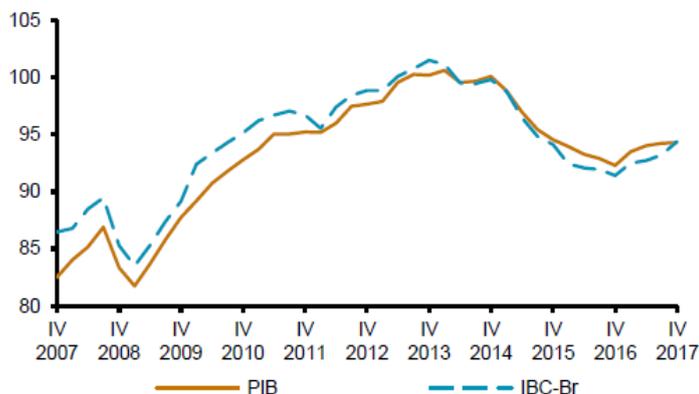
economia, ainda que ambos indiquem evolução similar em prazos mais extensos, vide gráfico 5.

Gráfico 4 – Variações trimestrais de PIB e IBC-Br



Fonte: Gráfico transcrito do Estudo Especial nº 3 (2018), com dados do IBGE e BACEN.
*variações com ajuste sazonal

Gráfico 5 – PIB e IBC-Br, 2014 = 100



Fonte: Gráfico transcrito do Estudo Especial nº 3 (2018), com dados do IBGE e BACEN.
*séries com ajuste sazonal

Ainda segundo o Estudo Especial nº 3 (2018), a diferença absoluta média das variações trimestrais do PIB e IBC-Br situou-se em 0,35 p.p., no período entre 2014 e 2017, o que equivale a uma diferença anualizada de 1,4 p.p. este mesmo estudo, diz:

“o IBC-Br e PIB são indicadores agregados de atividade econômica com trajetórias similares no médio prazo. Há características que os diferenciam tanto do ponto de vista conceitual quanto metodológico: o IBC-Br, de frequência mensal, permite acompanhamento mais tempestivo da evolução da atividade econômica, enquanto o PIB, de frequência trimestral, descreve quadro mais abrangente da economia.”

Observa-se que, a presente monografia optou por utilizar o IBC-Br, em detrimento do PIB, por dois motivos:

- divulgação mensal, que permite comparação com a Inadimplência da carteira de crédito da pessoa Física (de mesma periodicidade). Característica não apresentada na divulgação do PIB.
- e pelo fato de o mesmo, conforme descrito na seção 3.2.2, se mostrar robusto em sua construção e assertivo em sua previsão e, por isso, é utilizado como fator de tomada de decisão da autoridade monetária. Embora no curtíssimo prazo apresente algumas diferenças significativas se comparado a trajetória do PIB, nos médio e longo prazos sua trajetória se mostra ajustada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção mostra os resultados obtidos pela aplicação do modelo econométrico e suas análises.

4.1. Teste de Estacionariedade

Inicialmente, foram realizados os testes de Augmented Dickey-Fuller (ADF) para se detectar a estacionariedade ou não das series temporais utilizadas na análise. Observa-se que ambas a variáveis não apresentam estacionariedade quando em nível, nem mesmo ao nível de confiança de 10%, visto que o valor ADF é inferior (em módulo) aos valores críticos estimados. Por esse motivo, executa-se um novo teste com as variáveis em primeira diferença, que são apresentados na mesma tabela. quando em primeira diferença ambas as variáveis são estacionárias sendo que o IBC_Br se mostrou estacionário a um nível de confiança de até mesmo 5% e a INADIM até mesmo a 1%.

Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária (Augmented Dickey-Fuller Test - ADF)

Variável	Defasagem	Constante	Tendência	ADF	1% Valor Crítico.	5% Valor Crítico.	10% Valor Crítico.
IBC_Br	0	SIM	NÃO	-0,33	-3,51	-2,90	-2,59
IBC_Br	1	SIM	NÃO	-2,97	-3,51	-2,90	-2,59
INADIM	0	SIM	NÃO	-0,01	-3,50	-2,89	-2,58
INADIM	1	SIM	NÃO	-9,36	-3,50	-2,89	-2,58

Fonte: Elaboração própria, valores críticos para a rejeição da hipótese nula de raiz unitária foram gerados do pacote econométrico Eviews 9.

4.2. Seleção do Modelo VAR.

Para selecionar o melhor modelo VAR foi utilizado um modelo seguindo as indicações 4.3, ou seja, um modelo em primeira defasagem. Utilizou-se três testes bastante conhecidos, o Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Information Criterion (SC) e Hannan-Quinn Information Criterion (HQ). Ao realizar os testes obtemos os seguintes resultados:

Tabela 3 - Teste de Lag

LAG	Critério de Informação de Akaike (AIC)	Critério de Informação de Schwarz (SC)	Critério de Informação de Hannan-Quinn (HQ)
0	4,204512	4,261200	4,227329
1	4,169314	4,339377	4,237793
2	4,022482	4,305920	4,136614
3	3,824388	4,221201	3,984172
4	3,774429	4,284617	3,979866
5	3,691316	4,314878	3,942405

Fonte: Elaboração própria, valores críticos para a rejeição da hipótese nula foram gerados do pacote econométrico Eviews 9.

O teste AIC recomenda um VAR com 5 defasagens, o SC um var com 3 defasagens e o HQ com 5 defasagens, apesar de dois dos três testes executados apresentarem 5 defasagens como definição para o modelo, se utilizará 3 defasagens conforme teste SC, essa decisão foi tomada baseando-se no critério da parcimônia que diz que quanto menos defasagens, melhor para o modelo. Convém comentar que a defasagem escolhida para o modelo VAR também será utilizada para o teste de Causalidade de Granger.

4.3. O Modelo VAR.

Com base nas definições obtidas nas sessões 4.3 e 4.4 estimou-se o Modelo VAR a seguir, um modelo com ambas as variáveis em primeira diferença, com intercepto e com três defasagens.

Tabela 4 - Vetor Auto-regressivo (VAR)

Amostra: 2011M07 2018M11

Observações: 89 após o ajuste

	D(IBC_Br)	D(INADIM)
D(IBC_Br(-1))	-0,503595 (0,1084) [-4,64556]	-0,000284 (0,00209) [-0,13613]
D(IBC_Br(-2))	-0,436060 (0,11279) [-3,86606]	0,003321 (0,00217) [1,52757]
D(IBC_Br(-3))	-0,198341 (0,11321) [-1,75198]	-0,006695 (0,00218) [-3,06848]
D(INADIM(-1))	-0,947338 (504787) [-0,18767]	0,053475 (0,09728) [0,54969]
D(INADIM(-2))	4,571344 (4,75647) [0,96108]	0,097992 (0,09167) [1,06900]
D(INADIM(-3))	-3,470488 (4,82049) [-0,71994]	0,316022 (0,09290) [3,40171]
C	-0,060597 (0,47535) [-0,12748]	-0,010260 (0,00916) [-1,12000]

Fonte: Elaboração própria, Modelo estimado pelo Eviews 9.

A tabela acima traz em suas colunas as variáveis utilizadas para estimação e nas suas linhas os impactos sofridos por elas mesmas, no modelo, têm-se o índice de atividade econômica na primeira coluna e o impacto sofrido por ele mesmo em suas três defasagens, assim como das três defasagens do indicador de inadimplência. A mesma análise se faz para o indicador de inadimplência, além disso tem-se abaixo dos coeficientes valores entre parênteses e entre colchetes, sendo que os valores entre parênteses tratam-se do desvio padrão e os valores entre colchetes tratam-se dos valores do teste T.

Para analisar-se quais desses coeficientes são significativos é necessário o auxílio da tabela T, utilizando n-1 graus de liberdade tem-se a tabela abaixo:

Tabela 5 - T de STUDENT

	Nível de Significancia		
	10%	5%	1%
Teste bicaudal; Rejeitar se $ t $ for maior que:	1,66	1,99	2,63

Fonte: Elaboração própria, com dados do Microsoft Excel 2016, função INVT.

Para o modelo estimado toma-se como premissa um nível de significância de 5%, ou seja, apenas os valores superiores a 1,99 apresentam nível de significância aceitável.

Analisando a estimação tem-se que o índice de atividade econômica sofre influência de si mesmo nas duas primeiras defasagens e na terceira perde a significância, quando analisamos o impacto do indicador de inadimplência vemos que o mesmo não apresenta impactos significantes sobre o índice de atividade econômica em nenhuma das três defasagens. Já o indicador de inadimplência, conforme sugerido pelo critério de lag, não sofre influência do índice de atividade econômica em suas duas primeiras defasagens sendo significativa na terceira até mesmo ao nível de significância de 1%, verificando o impacto da inadimplência sobre ela mesma observamos que também sofre impacto apenas a partir da terceira defasagem.

4.4. Teste de Causalidade de Granger.

Para o teste de causalidade de Granger toma-se como hipótese nula que uma variável X não causa Granger em uma variável Y, quando não se pode rejeitar a hipótese nula significa que as observações da variável X são de importância para explicar a variável Y. esse teste nos permite corroborar a análise do modelo VAR estimado, além de nos indicar se uma variável é importante para dar previsibilidade a outra.

Tabela 6 - Teste de Causalidade de Granger

Hipotese Nula	Obs.	F-Estatística	Prob.
INADIM não causa Granger IBC_BR	90	1,06698	0,3677
IBC_BR não causa Granger INADIM	90	3,90005	0,0117

Fonte: Elaboração própria, valores críticos para o teste de causalidade de Granger foram gerados do pacote econométrico Eviews 9.

Observando a tabela com o teste estimado, observa-se que para se rejeitar a hipótese nula é preciso ter uma probabilidade inferior a 5%, o inverso ocorre para rejeição.

Analisando o teste observa-se que a primeira hipótese nula diz que a inadimplência não causa Granger à atividade econômica e apresenta um P-valor de 37%, o fato de a probabilidade ser superior a 5% indica aceitação da hipótese nula, por isso concluiu-se que a inadimplência não se mostrou importante para explicar a trajetória da atividade econômica.

Já na segunda hipótese nula tem-se que a atividade econômica não causa Granger à inadimplência com uma probabilidade de 1,2%, como a probabilidade é inferior a 5% tem-se a rejeição da hipótese nula, o que leva a se concluir que a atividade econômica é importante para explicar a trajetória da inadimplência. Dessa forma, o teste de causalidade de Granger corrobora os resultados obtidos no modelo VAR estimado na seção 4.4.

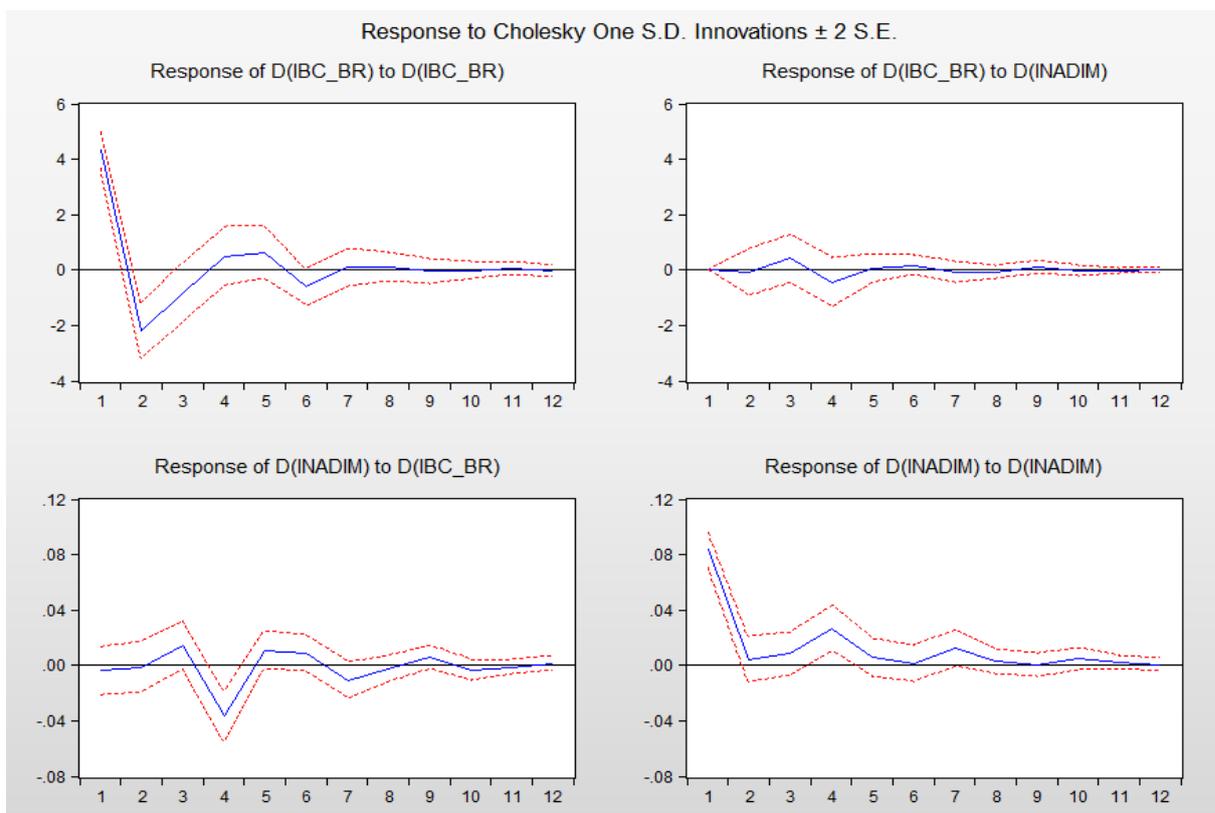
4.5. Análise da Função Impulso-Resposta.

O modelo traz quatro funções impulso-resposta para as duas variáveis analisadas: inadimplência pessoa física e atividade econômica. A figura 2 traz a análise de 12 meses para choques em ambas as variáveis, as linhas pontilhadas correspondem aos intervalos de confiança de dois desvios -padrão.

Observa-se que ambas as variáveis reagem acentuadamente quando dado um choque de um desvio padrão nelas mesmas.

Quando se analisa a resposta do índice de atividade econômica a um choque de um desvio padrão sobre a inadimplência, vê-se que o mesmo não apresenta resposta relevante, não sofrendo oscilação entre o primeiro e segundo mês, oscilando positivamente e negativamente no terceiro e quarto mês e estabilizado do quinto mês em diante.

Figura 1: Função Impulso-Resposta



Fonte: elaboração própria, confeccionado com o pacote econométrico Eviews 9.

Ao analisar a resposta do indicador de inadimplência a um choque de um desvio-padrão sobre o índice de atividade econômica, vê-se que até o segundo mês a inadimplência se mantém estável e reagindo negativamente no quarto período, vindo a se estabilizar a partir do décimo primeiro período.

4.6. Análise da Decomposição da Variância.

A decomposição da variância corresponde a uma representação numérica da função impulso resposta, abaixo temos as tabelas que representam a decomposição da variância de ambas as variáveis utilizadas:

Tabela 7 - Decomposição da Variância para D(IBC_BR)

Período	D(IBC_BR)	D(INADIM)
1	100,00000	0,000000
2	99,97346	0,026542
3	99,26078	0,739220
4	98,44822	1,551778
5	98,45993	1,540069
6	98,36714	1,236862
7	98,33555	1,664448
8	98,31918	1,680820
9	98,28948	1,710522
10	98,28661	1,713390
11	98,28457	1,715427
12	98,28242	1,717579

Fonte: Elaboração própria, valores estimados no pacote econométrico Eviews 9.

Analisando a decomposição da variância do IBC_BR (tabela 7), observa-se que no primeiro mês, 100% da variação do índice de atividade econômica é explicada por sua própria variação e ao final do décimo segundo mês 98,3% da variação do índice de atividade econômica permanece sendo explicada pela sua própria variação, enquanto a variação do indicador de inadimplência é capaz de explicar 1,7% da variação do IBC_BR. Conforme citado na seção 3.1.3, o IBC_BR apresenta características de uma variável exógena, visto que ao final do décimo segundo período cerca de 1,7% das variações do IBC_BR são explicadas pelo

INADIM.

Tabela 8 - Decomposição da Variância para D(INADIM)

Período	D(IBC_BR)	D(INADIM)
1	0,220911	99,77909
2	0,249949	99,75005
3	3,147325	96,85268
4	16,80588	83,19412
5	17,76482	82,23518
6	18,37556	81,62444
7	19,10498	80,89502
8	19,15007	80,84993
9	19,42387	80,57613
10	19,49689	80,50311
11	19,50385	80,49615
12	19,52590	80,47410

Fonte: Elaboração própria, valores estimados no pacote econométrico Eviews 9.

Analisando a decomposição da variância do INADIM (tabela 8), observa-se que já no primeiro mês a variação do índice de atividade econômica é capaz de explicar 0,22% da variação do Indicador de Inadimplência e ao final do décimo segundo mês 80,5% da variação do do indicador de inadimplência permanece sendo explicada por sua própria variação, enquanto a variação do IBC_BR é capaz de explicar 19,5% da variação do INADIM. Conforme citado na sessão 3.1.3, o INADIM apresenta características de uma variável endógena, visto que ao final de doze meses cerca de 20% de suas variações são explicadas pelas variações do IBC_BR.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo analisar a relação entre a inadimplência da pessoa física e a atividade econômica do Brasil para o período compreendido entre 2011 e 2018.

Para analisar tal relação realizou-se uma apreciação teórico-empírica acerca do conceito da Inadimplência, dos fatores micro e macroeconômicos que geram tal fenômeno, conforme indicado por Chu (2001) e a Hipótese da Instabilidade Financeira de Minsky (1986). Além disso, apresentou-se o modelo econométrico de causalidade de Granger, função impulso-resposta e decomposição da variância a serem empregados em um VAR e uma análise das variáveis utilizadas afim de alicerçar o modelo econométrico que viria a ser estimado. Para, então, efetivar-se a análise empírica com a hipótese de que a inadimplência da pessoa física sofre influência da atividade econômica.

Como resultado, em consonância com a Hipótese da Instabilidade Financeira de Minsky (1986), a análise empírica sugeriu com o modelo VAR que a inadimplência pessoa física sofre um impacto significativo e negativo do indicador de atividade econômica (IBC-Br) a partir de sua terceira defasagem. Sendo que essa relação é corroborada via teste de causalidade de Granger realizado em seguida, onde se ver que a atividade econômica Granger-causa a inadimplência. Em tempo realizou-se, também, a análise da função impulso resposta e da decomposição da variância, as quais confirmaram o impacto sofrido pela inadimplência pessoa física da atividade econômica, observando que variações na atividade econômica são capazes de explicar variações na inadimplência.

Observa-se também que o presente trabalho ao provar a relação entre a inadimplência da pessoa física e a atividade econômica encontra concórdia nos trabalhos de Bangia *et al.* (2002) e Carling *et al.* (2007) apresentados em seu referencial teórico.

Diante dos resultados obtidos podemos inferir que a baixa atividade econômica, por causar aumento do desemprego e elevar a taxa de juros, acarretará

na elevação do índice de inadimplência e que por vezes o motivo desse ciclo se dá pelas expectativas dos agentes econômicos que tendem a responder com um *delay* a atividade econômica real. Em momentos de ascensão do ciclo o mercado de crédito responde tardiamente, concedendo crédito a pessoas outrora inaptas a recebe-lo e suspende o crédito quando a o ciclo converge para uma recessão.

6. REFERÊNCIAS

BANGIA, A., F. DIEBOLD, A. KRONIMUS, C. SCHAGEN, and T. SCHUERMANN (2002). **Classificações, migração e ciclo econômico, com aplicação no teste de estímulo da carteira de crédito.**

BARTH, Nelson Lerner. **Inadimplência - Construção de modelos de previsão.** São Paulo: ed. Nobel. 2003

BLATT, Adriano. **Cobrança por Telefone e Negociação com Inadimplentes.** 1ª ed. São Paulo: Nobel, 1999.

BORIO, C.; FURFINE, C.; LOWE, P. **Procyclicality of the financial system and financial stability: issues and policy options.** Basel: Bank for International Settlements, 2001. 57p. (BIS Papers, 1).

Br.advfn.com. (16 de fevereiro de 2019). Fonte: **ADVFN Brasil:**
<https://br.advfn.com/indicadores/ibc-br>

Brasil. (21 de dezembro de 1999). **Resolução n. 2.682, de 21 de dez. de 1999.**
Critérios de classificação das operações de crédito e regras para a constituição de provisão para créditos de liquidação duvidosa.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais.** Cengage Learning, São Paulo, 2011

CARLING, K. et al. (2007). **Modelagem de risco de crédito corporativo e macroeconomia.** Journal of Banking & Finance. Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 845–868, mar. 2007.

CARNEIRO, F G. . **A Metodologia dos Testes de Causalidade em Economia.** 1997.
(Desenvolvimento de material de didático ou instrucional – texto de didático da UNB)

CHU, V. **Principais fatores macroeconômicos da inadimplência bancária no Brasil.** In: BANCO CENTRAL DO BRASIL. Juros e spread bancário no Brasil: avaliação de 2 anos do projeto. Brasília, 2001.

DANTE, R. Chianamea. **Basiléia ii e os ciclos econômicos.** Economia política internacional, análise estratégica. São Paulo, n.6, p. 5 – 14, julho a setembro de 2005.

DAVIDSON, R. e MACKINNON, J.G. (1993) **Estimation and Inference in Econometrics, Oxford Economic Press, Nova York.**

Estudo especial nº 3. (março de 2018). **Relatório de inflação - vol. 20 | nº 01.**

FARIA, M. P. C. **Análise de crédito à pequena empresa: um modelo de encorajem baseado nas metodologias estatísticas: análise fatorial e lógica fuzzy.** 2006.

FURTADO, Ana Lilian de Menezes. **Acordo da Basileia: Um estudo sobre suas influências e implementação no sistema financeiro brasileiro.** Florianópolis, 2005.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira.** 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GOURINCHAS, PIERRE-OLIVIER, RODRIGO VALDES, and OSCAR LANDERRETCHÉ, 2001, “**Lending Booms: Latin America and the World.**”

GUJARATI, D.N. (1995) *Basic Econometrics*, 3rd edition, McGraw-Hill, Londres.

HOLANDA, Aurelio Buarque. **Minidicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** 8 ed. Paraná: Editora Positivo, 2010

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2001.

LUDÍCIBUS, Sergio de; MARION, Jose Carlos; PEREIRA, Elias. **Dicionário de Termos de Contabilidade.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

KOOPMAN S.; LUCAS A. **Ciclos de negócios e de inadimplência para risco de crédito.** *Journal of Applied Econometrics.* Chichester, v. 20, n. 2, p. 311–323, mar. 2005.

MADDALA, G.S. (1992) **Introduction to Econometrics**, 2nd edition, MacMillan, Nova York.

MAIA, Andréa do Socorro Rosa Silva. **Inadimplência e Recuperação de Créditos. (TCC)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Londrina, 2007.

MAIA, S. F. (2001). **Modelos de Vetores Autoregressivos (VAR).** Uma introdução. Texto para discussão nº 60. Maringá: Universidade Estadual de Maringá.

MILLS, T.C. (1993) **The Econometric Modelling of Financial Time Series**, Cambridge University Press.

MINSKY, H. **Stabilizing an unstable economy.** New Haven: Yale University Press, 1986.

NIYAMA, Jorge Katsumi; GOMES, Amaro L. Oliveira. **Contabilidade de Instituições financeiras.** São Paulo: Atlas, 2012.

Portal de dados abertos BCB. (16 de Fevereiro de 2019). **Fonte: Banco Central do Brasil:** <https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/21084-inadimplencia-da-carteira-de-credito---pessoas-fisicas---total>

SCHARWZ, G. (1978) **Estimating the dimension of a model**, *Annals of Statistics* 6, 461-64.

SCHECHTMAN, R. et al. **Credit risk measurement and the regulation of bank capital and provision requirements in Brazil: a corporate analysis**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2004. 46p. (Trabalhos para discussão, 91).

SCHECHTMAN, R. **Uma investigação baseada em reamostragem sobre requerimentos de capital para risco de crédito no Brasil**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2006. 25p. (Trabalhos para discussão, 127).

SCHRICKEL, Wolfgang Kurt. **Análise de Crédito: Concessão e Gerência de Empréstimos**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

SILVA, José Pereira. **Gestão e Análise de Risco de Crédito**. São Paulo: Atlas, 2013.

WEISZFLOG, Walter. **Michaelis moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 2005

WILSON, T. **Risco de crédito da carteira**. *Federal Reserve Bank of New York Policy Review*, v. 4, n. 3, p. 71-82, out. 1998.

www.significados.com.br. (15 de 08 de 2018). **Fonte: Significados:** <https://www.significados.com.br/inadimplencia/>