

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLEVERSON ROMANHOLI LOPES

**INADIMPLÊNCIA DE PESSOAS FÍSICAS NO MERCADO DE CRÉDITO
BANCÁRIO BRASILEIRO E FATORES MACROECONÔMICOS: UMA
ANÁLISE DE REGRESSÃO**

JUIZ DE FORA
2017

CLEVERSON ROMANHOLI LOPES

**INADIMPLÊNCIA DE PESSOAS FÍSICAS NO MERCADO DE CRÉDITO
BANCÁRIO BRASILEIRO E FATORES MACROECONÔMICOS: UMA
ANÁLISE DE REGRESSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: D.Sc. Cristina Márcia Barros de Castro

JUIZ DE FORA

2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lopes, Cleverson Romanholi.

Inadimplência de pessoas físicas no mercado de crédito brasileiro e fatores macroeconômicos : Uma análise de regressão / Cleverson Romanholi Lopes. -- 2017.

75 f.

Orientadora: Cristina Márcia Barros de Castro

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2017.

1. Risco. 2. Crédito. 3. Inadimplência. I. Castro, Cristina Márcia Barros de, orient. II. Título.

CLEVERSON ROMANHOLI LOPES

**INADIMPLÊNCIA DE PESSOAS FÍSICAS NO MERCADO DE CRÉDITO
BANCÁRIO BRASILEIRO E FATORES MACROECONÔMICOS: UMA
ANÁLISE DE REGRESSÃO**

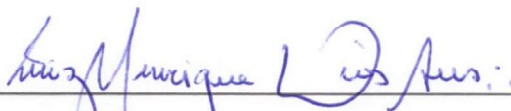
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Engenharia
da Universidade Federal de Juiz de Fora,
como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 11 de julho de 2017.

BANCA EXAMINADORA



D. Sc. Cristina Márcia Barros de Castro (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora



D. Sc. Luiz Henrique Dias Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora



D. Mc. Mariana Paes da Fonseca Maia
Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

A gestão de riscos está presente nos mais diversos projetos e empreendimentos, constituindo-se de importante instrumento para a tomada de decisões. No setor financeiro, a gestão do risco de crédito é muito importante no direcionamento das práticas das instituições financeiras, a fim de garantir a harmonia do Sistema Financeiro Nacional. Dada a importância do tema, este trabalho estuda a inadimplência de pessoas físicas no mercado de crédito bancário brasileiro de 2012 a 2017, procurando-se identificar os principais fatores macroeconômicos que impactam este índice por meio de análise de regressão. Especificamente, por meio do método de regularização Lasso, encontraram-se como fatores de maior influência na inadimplência a renda média real habitual do pessoal ocupado, o endividamento das famílias e a taxa de juros Selic.

Palavras-chave: Crédito. Inadimplência. Risco.

ABSTRACT

Risk management is present in a wide range of projects and projects, and is an important instrument for decision-making. In the financial sector, credit risk management is very important in directing the practices of financial institutions, in order to guarantee the harmony of the National Financial System. Given the importance of the topic, this paper studies the delinquency of individuals in the Brazilian banking credit market from 2012 to 2017, trying to identify the main macroeconomic factors that impact this index through regression analysis. Specifically, through the Lasso regularization method, the average real income of the employed persons, the indebtedness of the families and the Selic interest rate were found to be the most influential factors in the individuals credit default.

Keywords: Credit. Default. Risk

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Taxonomia do risco	20
Figura 2 – Inflação e Plano Real	25
Figura 3 – Saldo das operações de crédito em relação ao PIB (%)	27
Figura 4 – Fontes do risco de crédito.....	31
Figura 5 – Taxa de crescimento do PIB real com frequência trimestral - Período de 1997 a 2015.....	32
Figura 6 – Estágios 1-3 no diagrama de decisão da regressão múltipla	38
Figura 7 – Estágios 4-6 no diagrama de decisão de regressão múltipla	39

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Evolução do volume de concessões de crédito no período de 2011 a 2016	15
Gráfico 2 – Gráficos de dispersão entre as variáveis independentes e dependente com relação linear	53
Gráfico 3 – Gráficos de dispersão entre as variáveis independentes e dependente com pouca ou nenhuma relação linear	54
Gráfico 4 – Gráfico de dispersão entre valores observados e valores previstos no modelo linear simples.....	57
Gráfico 5 – Gráfico de dispersão entre valores observados e valores previstos no modelo Lasso	57
Gráfico 6 – Gráfico de dispersão entre valores previstos e resíduos padronizados no modelo linear simples.....	58
Gráfico 7 – Gráfico de dispersão entre valores previstos e resíduos padronizados no modelo Lasso	58
Gráfico 8 – Gráfico de resíduos padronizados em função do tempo - Modelo linear simples	59
Gráfico 9 – Gráfico de resíduos padronizados em função do tempo - Modelo Lasso .	59
Gráfico 10 – Histograma de resíduos padronizados e gráfico Q-Q normal - Modelo linear simples	60
Gráfico 11 – Histograma de resíduos padronizados e gráfico Q-Q normal - Modelo Lasso ..	60
Gráfico 12 – Relação entre inadimplência, crédito e endividamento	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de bancos brasileiros por categorias	26
Tabela 2 – Evolução do índice de inadimplência após o Plano Real	33
Tabela 3 – Variáveis macroeconômicas relacionadas com a inadimplência e respectivos autores	41
Tabela 4 – Descrição da variável resposta ou dependente	42
Tabela 5 – Descrição das variáveis explicativas ou independentes.....	43
Tabela 6 – Estatísticas descritivas.....	52
Tabela 7 – Matriz de correlações entre as variáveis.....	55
Tabela 8 – Coeficientes de regressão no modelo linear simples	56
Tabela 9 – Coeficientes de regressão no Lasso	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCB	Banco Central do Brasil
BNDE	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IF	Instituição Financeira
IMACEC	Indicador Mensal de Atividade Econômica
PIB	Produto Interno Bruto
SFN	Sistema Financeiro Nacional
SGS BCB	Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil

SUMÁRIO

1	<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>12</u>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
1.2	JUSTIFICATIVA	13
1.3	ESCOPO DO TRABALHO.....	15
1.4	ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS.....	15
1.5	DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	15
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	<u>18</u>
2.1	RISCO.....	18
2.1.1	CLASSIFICAÇÕES E SUBCLASSIFICAÇÕES DE RISCO	18
2.1.1.1	RISCOS ESTRATÉGICOS	18
2.1.1.2	RISCOS NÃO ESTRATÉGICOS	18
2.1.1.3	RISCOS FINANCEIROS	19
2.1.1.3.1	RISCO DE MERCADO	19
2.1.1.3.2	RISCO DE CRÉDITO	20
2.1.1.3.3	RISCO DE LIQUIDEZ.....	21
2.1.1.3.4	RISCO OPERACIONAL	21
2.1.1.3.5	RISCO LEGAL	22
2.2	CRÉDITO	23
2.2.1	CRÉDITO BANCÁRIO	23
2.2.1.1	MERCADO DE CRÉDITO BRASILEIRO	23
2.2.1.2	FINANCIAMENTOS DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS A PESSOAS FÍSICAS	26
2.2.1.3	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE CRÉDITO PARA PESSOAS FÍSICAS	27
2.2.1.4	RISCOS DE CRÉDITO DE UM BANCO	28
2.2.1.4.1	RISCO DO CLIENTES OU RISCO INTRÍNSECO	28
2.2.1.4.2	RISCO DA OPERAÇÃO	28
2.2.1.4.3	RISCO DE CONCENTRAÇÃO	29
2.2.1.4.4	RISCO DA ADMINISTRAÇÃO DO CRÉDITO	29
2.3	INADIMPLÊNCIA	30
2.3.1	INADIMPLÊNCIA NO BRASIL.....	30
2.3.2	INADIMPLÊNCIA E FATORES MACROECONÔMICOS	33
2.4	ANÁLISE DE REGRESSÃO.....	37

2.4.1	OBJETIVOS DA REGRESSÃO MÚLTIPLA E ADEQUAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	37
2.4.2	PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE UMA ANÁLISE DE REGRESSÃO..	43
2.4.3	SUPOSIÇÕES NA ANÁLISE DE REGRESSÃO MÚLTIPLA.....	43
2.4.4	ESTIMAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO E AVALIAÇÃO DO AJUSTE GERAL DO MODELO.....	44
2.4.4.1	MODELO LINEAR SIMPLES.....	46
2.4.4.2	REGRESSÃO LASSO.....	47
2.4.5	INTERPRETAÇÃO DA VARIÁVEL ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO.....	49
2.4.6	VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS.....	50
<u>3</u>	<u>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</u>	<u>51</u>
3.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	51
3.2	AJUSTE DOS MODELOS.....	54
<u>4</u>	<u>CONCLUSÕES.....</u>	<u>51</u>
	<u>REFERÊNCIAS.....</u>	<u>66</u>
	<u>ANEXOS.....</u>	<u>70</u>

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao longo do desenvolvimento da humanidade ocorreram diversas crises financeiras de grandes proporções com diferentes causas. De acordo com Bresser-Pereira (1988), no Brasil, pode-se citar, como exemplo, a crise do petróleo na década de 1970, motivada por questões predominantemente políticas, e a grave crise enfrentada na década de 1980, marcada pela alta inflação, pela estagnação econômica e pelo alto endividamento público. Ainda como exemplos de crises financeiras, no artigo “Crises de crédito: Causas e medidas mitigadoras”, Martelanc e Ghani (2008) citam a crise bancária japonesa (1995), a crise da agricultura em Israel (1995), a crise coreana dos cartões de crédito (2003-2004) e as crises de inadimplência do Brasil. (1980-2005).

A integração dos riscos de mercado e de crédito tornou-se evidente à medida em que a forte correlação entre estes riscos traduzia-se em grandes perdas financeiras ao redor de um mundo cada vez mais globalizado. (YONEKURA,2004)

Como forma de contextualização, pode-se mencionar a crise de crédito norte-americana em 2008. Em meados de 2007, o mercado financeiro internacional foi surpreendido pelas perdas oriundas de financiamentos imobiliários, entretanto a concentração desses prejuízos era mais importante por constituir uma ameaça à estrutura bancária norte-americana.

Já em 2008, diversos países foram afetados por essa crise de crédito, que para Bresser-Pereira (2009) foi motivada pela “concessão de empréstimos hipotecários de forma irresponsável, para credores que não tinham capacidade de pagar ou que não a teriam a partir do momento em que a taxa de juros começasse a subir como de fato aconteceu.” O chamado *subprime*, mercado norte-americano de hipotecas de alto risco, desencadeou uma crise sistêmica que foi marcada pela falência de um dos maiores bancos dos EUA, o Lehman Brothers. (FARHI et al., 2009)

Recentemente, o diretor da Fitch Ratings - uma das maiores agências de classificação de risco de crédito -, Joe Bormann, afirmou que atualmente o Brasil vive “uma legítima crise de crédito”, pois as empresas apresentam dificuldades em honrar seus pagamentos e muitas estão recorrendo a recuperações judiciais. (REVISTA EXAME, 2016b)

Comumente vê-se nos noticiários informações sobre as taxas de inadimplência no

Sistema Financeiro Nacional dentro de determinados cenários macroeconômicos. Em 2016 tem-se relatos de números recordes de inadimplência. Segundo a REVISTA EXAME (2016a), no ano corrente, o Brasil atingiu a marca de 59 milhões de inadimplentes, incluindo dívidas em instituições financeiras e não financeiras.

É neste contexto que este estudo se insere, buscando mostrar a importância do crédito para o desenvolvimento econômico e como a gestão da inadimplência é importante para o equilíbrio dos sistemas financeiros.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crédito é de suma importância para o desenvolvimento de uma empresa, de uma região ou até mesmo de um país, o que justifica o papel de destaque dos sistemas financeiros no mundo econômico. Na consagrada obra “Theory of Economic Development”, de 1911, o economista Joseph Alois Schumpeter destaca o papel fundamental do crédito no crescimento econômico, em particular para o empreendedor visionário e inovador, ao transferir-se poder de compra dos bancos para os empreendedores. (SCHUMPETER, 1911)

O setor bancário, dada sua natureza monetária, possui uma maior preocupação com o risco de crédito e, por esta razão, teve de investir maciçamente em modelos de análise e quantificação de risco. De fato, é essencial que as instituições financeiras tenham ferramentas que permitam a precificação e o controle de riscos, traçando melhores planejamentos diante das incertezas a que estão sujeitas.

Dentre os riscos financeiros, os quais serão posteriormente detalhados, o risco de crédito constitui um assunto muito atual, não só para os bancos, mas para todas as empresas, as quais buscam manter-se financeiramente equilibradas e competitivas no mercado.

A atividade bancária é parte do cotidiano de grande parcela da população nos diferentes tipos de produtos e serviços oferecidos. Como segmento do setor de serviços, a indústria bancária possui papel fundamental na articulação dos diversos setores da economia, superavitários e deficitários.

Segundo a Federação Brasileira de Bancos (2014), no decorrer dos últimos anos, a população brasileira passou por uma mudança de perfil. Houve aumento considerável no número de brasileiros que utilizam serviços financeiros. A expansão dos correspondentes não bancários nos municípios contribuiu de maneira substancial para a ampliação do acesso a estes serviços.

O Gráfico 1 mostra a expansão do crédito, em milhões de reais, a pessoas jurídicas e

físicas no Brasil no período compreendido entre dezembro de 2011 a dezembro de 2016.



Gráfico 1 – Evolução do volume de concessões de crédito no período de 2011 a 2016

Fonte: Elaborado a partir dos dados do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil

Pode-se observar que, para o período destacado, tanto o segmento de pessoas físicas quanto o de pessoas jurídicas experimentou significativo crescimento do volume de concessões de crédito. Embora tal crescimento tenha sido reprimido pela crise econômica brasileira desde meados de 2014, o setor de crédito a pessoas físicas se manteve em variação positiva.

O desenvolvimento do tema justifica-se, portanto, pela constante necessidade de prever e mitigar possíveis perdas financeiras em um mercado cada vez mais globalizado e suscetível a volatilidades e, também, pelas mudanças de perfil observadas nos últimos anos tanto no setor de pessoas físicas, com a ascensão da nova classe média, quanto no setor de pessoas jurídicas, com a expansão dos microempreendedores individuais. (SERASA EXPERIAN, 2016)

Embora a inadimplência comercial seja mais desastrosa para pequenas e médias empresas, as quais não possuem sistema nem setores específicos de cobrança e crédito, nas instituições financeiras pode haver o aumento das taxas de juros praticadas e até mesmo a suspensão ou extinção de determinadas linhas de crédito. Em casos extremos, as instituições podem tornar-se insolventes.

O aumento da inadimplência impacta os resultados dos bancos, pois implica mais despesas com maiores provisões, propiciando queda da margem líquida de intermediação e crédito, ou seja, a diferença entre a receita de juros gerada por uma instituição financeira e os juros pagos aos seus credores ou investidores, reduzindo a rentabilidade. Para os bancos

públicos, em especial, os impactos são maiores, visto que a proporção de linhas de crédito de menor margem de lucro em seus portfólios é maior. (REVISTA EXAME, 2016c)

As concessões de crédito, em geral, são cada vez mais rigorosas e os gerentes responsáveis por carteiras de crédito são cada vez mais requisitados quando o assunto é inadimplência. Manter um bom índice de qualidade da carteira é fundamental para a obtenção dos resultados esperados, sendo notável a necessidade de se mudar o foco de atuação: uma carteira de crédito de alto volume com baixo índice de qualidade, ou seja, com alta incidência de inadimplementos, não é benéfica às instituições financeiras.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O estudo realizado neste trabalho compreende o cenário econômico brasileiro, tratando especificamente do mercado de crédito a pessoas físicas no período de março de 2012 a janeiro de 2017.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é identificar variáveis macroeconômicas, práticas do mercado financeiro e indicadores de atividade econômica que impactam o nível de inadimplência de pessoas físicas no mercado de crédito bancário brasileiro.

Objetivos específicos:

- Realizar estudo introdutório do tema, abordando conceitos básicos sobre crédito, risco e inadimplência;
- Realizar análise de regressão para construção de modelos de predição;
- Analisar os resultados obtidos pelos modelos de regressão relacionando-os com as características da economia brasileira.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O estudo deste trabalho leva em consideração que a inadimplência comercial de pessoas físicas junto ao Sistema Financeiro Nacional pode ter diferentes causas, desde o não desejo do devedor de honrar as obrigações contratuais assumidas até fatores externos

que tornam o devedor inapto a manter seus pagamentos em dia.

Primeiramente, foi realizada revisão bibliográfica acerca do tema escolhido, abordando-se aspectos fundamentais sobre risco, crédito e inadimplência.

Neste aspecto, foi realizada uma revisão bibliográfica a fim de se identificar os principais fatores econômicos que se correlacionam, positiva ou negativamente, com a taxa de inadimplência de pessoas físicas no mercado de crédito brasileiro.

De posse das variáveis identificadas na etapa anterior, foram coletadas as séries históricas pertinentes em sítios eletrônicos governamentais.

Após a coleta de dados, a amostra original, composta de 59 observações no período de março de 2012 a janeiro de 2017, foi particionada em duas subamostras: uma subamostra de estimação e uma subamostra de validação, de acordo com a razão 75% para 25%, respectivamente. Desta forma, a primeira subamostra compreende o período de março de 2012 a outubro de 2015, totalizando 44 observações, e a segunda compreende o período de novembro de 2015 a janeiro de 2017, com 15 observações. De acordo com Hair *et al* (2005), não existe uma regra geral para particionar uma amostra, sendo o método escolhido uma das opções utilizadas em estudos estatísticos.

Posteriormente, foram ajustados modelos empíricos de previsão de inadimplência obtidos por meio de análise de regressão, cujos resultados foram testados e comparados, a fim de se identificar as variáveis explicativas com maior influência sobre a variável resposta.

A variável objeto de estudo é representada pela série de código 21084, Inadimplência da carteira de crédito - Pessoas físicas - Total, do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco do Brasil (SGS BCB), cuja métrica é apresentada abaixo:

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. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017)

A escolha deste parâmetro deve-se ao fato de que contratos com atrasos superiores a 90 dias representam operações classificadas no nível D, ou seja, de risco mais elevado e que exigem provisionamento¹ mínimo de 10% do valor da operação pelas instituições financeiras, conforme trata a Resolução N° 2682 de 21 de dezembro de 1999. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1999)

A coleta de dados das variáveis selecionadas *a priori* também foi realizada no SGS BCB. Todas as variáveis, dependente e independentes, receberão nomenclaturas que foram apresentadas em tabela própria.

¹ Os bancos têm obrigação de constituir montante de provisão suficiente para fazer face a perdas prováveis na realização dos créditos.

Finalizada a etapa de coleta de dados, estes foram tabulados em planilhas do Excel® e posteriormente tratados no IBM SPSS Statistics® e no RStudio®, *software* de ferramentas estatísticas no qual foram ajustados os modelos de regressão.

Após o ajuste dos modelos, foram feitas as considerações finais baseadas nos resultados entregues pelo modelo mais adequado ou aquele que retornou o menor erro de previsão.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em 4 (quatro) capítulos, com o objetivo de facilitar o seu próprio desenvolvimento.

O Capítulo 1 destina-se a apresentar o tema escolhido bem como justificativa para tal escolha, o escopo, a metodologia e a estrutura do trabalho propriamente dita.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica realizada acerca do tema, especialmente em relação a risco, crédito e inadimplência e análise de regressão.

O Capítulo 3 traz os resultados e discussões do trabalho e, por fim o Capítulo 4 apresenta as conclusões obtidas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RISCO

Etimologicamente, uma das vertentes defendidas é a de que a palavra “risco” advém do latim, “resecare”, significando “corte”. De acordo com o dicionário Michaelis de Língua Portuguesa, “risco” significa “possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que ameaça de dano a pessoa ou a coisa. ”

No mercado econômico-financeiro, a palavra “risco” possui uma diferente significação. Segundo Jorian (2007), risco é a volatilidade de resultados inesperados, positiva ou negativa. Mais especificamente, risco financeiro relaciona-se com possíveis perdas devido às atividades do mercado financeiro.

Para Silva (2014), existe uma diferença conceitual entre risco e incerteza: no risco, as probabilidades de um determinado evento são conhecidas, já na incerteza não há dados suficientes para o cálculo de probabilidades.

2.1.1 CLASSIFICAÇÕES E SUBCLASSIFICAÇÕES DE RISCO

2.1.1.1 RISCOS ESTRATÉGICOS

Os riscos estratégicos são também conhecidos como riscos do negócio. São aqueles riscos que uma empresa assume visando a uma maior competitividade no Mercado, ou seja, a empresa escolhe expor-se a tais riscos, de maneira racional.

No setor financeiro, a imagem que uma instituição financeira transmite a seus clientes é de extrema importância em seu planejamento estratégico. O risco de reputação pode ser entendido como “perigo atual ou potencial para os lucros e o capital decorrentes da percepção desfavorável em relação à imagem da IF por parte dos clientes, contrapartes, acionistas, investidores e reguladores. (COMMITTEE OF EUROPEAN BANKING SUPERVISORS, 2005)

2.1.1.2 RISCOS NÃO ESTRATÉGICOS

Os riscos não estratégicos relacionam-se com a conjuntura política, social e econômica da região onde a empresa exerce suas atividades ou mesmo com a conjuntura internacional e por grandes crises financeiras. Podem ser considerados riscos externos sob os

quais a instituição não detém controle.

A título de exemplo, dentre várias crises financeiras de grandes dimensões, traz-se a crise econômica da Argentina, deflagrada em 2001, devido ao endividamento do país e à estabilização da moeda frente ao dólar americano. (LIMA, 2015)

2.1.1.3 RISCOS FINANCEIROS

Segundo o Banco Central do Brasil (2016), risco financeiro é um “termo que cobre uma variedade de riscos em que se incorre nas operações financeiras. ” Assim, estão relacionados às flutuações de variáveis financeiras e podem ser classificados de acordo com tais variações. A Figura 1 ilustra a taxonomia de risco dentro da análise de riscos, destacando-se o risco de crédito, que está diretamente relacionado ao tema desse trabalho.

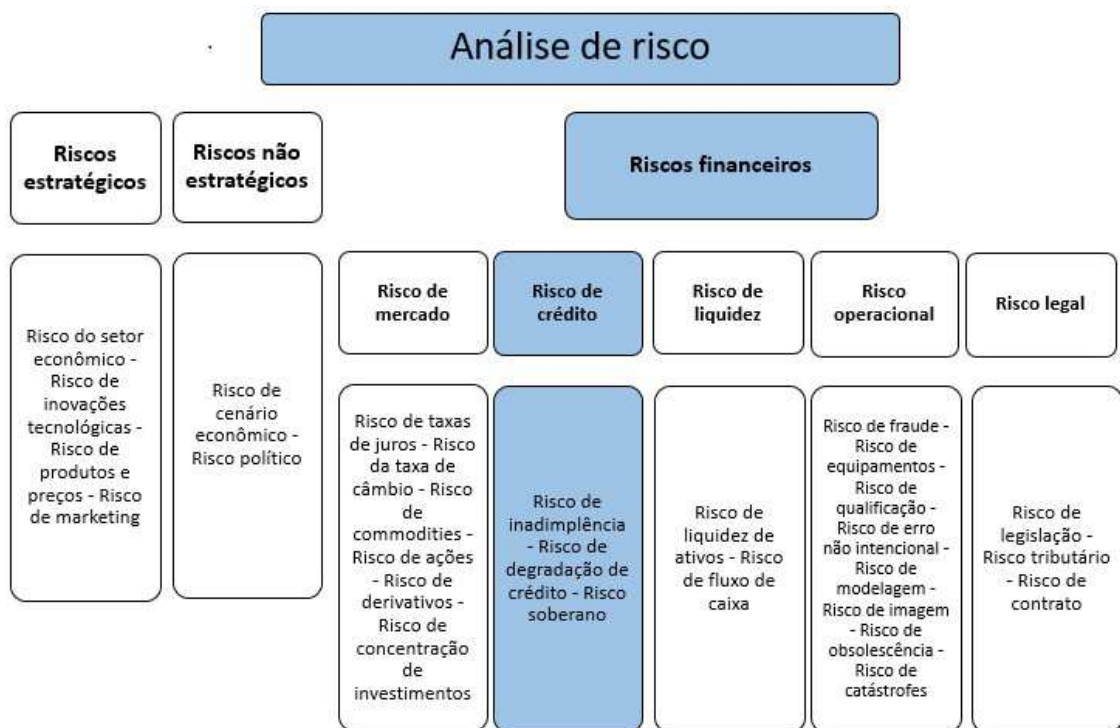


Figura 1 – Taxonomia do risco
Fonte: Adaptado de Lima (2015)

2.1.1.3.1 RISCO DE MERCADO

Risco de mercado pode ser definido como a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de flutuações nos valores de mercado de posições detidas por uma instituição

financeira, incluindo-se os riscos de operações sujeitas à variação cambial, das taxas de juros, dos preços de ações e dos preços de mercadorias (commodities). (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2007)

Atualmente, é o risco que possui maior número de métodos de mensuração, com técnicas amplamente aceitas e difundidas no mercado financeiro. (LIMA, 2015)

Como exemplo deste risco, pode-se citar as perdas oriundas das flutuações dos preços de ações nas bolsas de valores.

2.1.1.3.2 RISCO DE CRÉDITO

O risco de crédito, assunto deste trabalho, em definição mais ampla, pode ser visto como a probabilidade de perda decorrente do não recebimento de determinado valor do tomador de crédito, como por exemplo na venda de uma mercadoria ou na prestação de um serviço.

Para Jorion (2007b), é o risco de perdas devido ao fato de as contrapartes não desejarem ou não estarem aptas a cumprir com suas obrigações contratuais. Seu efeito é medido pelo custo de repor os fluxos de caixa na ausência do pagamento do devedor (default). Essa perda engloba a exposição, ou quantidade de risco, e a taxa de recuperação, que é a proporção paga de volta ao credor.

Genericamente, risco de crédito deve ser definido como a perda potencial em valor de mercado que pode ocorrer devido a um evento de crédito, ou seja, quando ocorre uma mudança na capacidade do tomador de cumprir suas obrigações.

Em uma instituição financeira, cada concessão de crédito via empréstimo ou financiamento significa assumir o risco de não receber. Em casos de default, são vários os motivos que podem justificá-lo: o caráter do tomador, sua capacidade de gerir negócios, os fatores externos adversos ou sua incapacidade de gerar caixa. (SILVA, 2014)

O Banco Central do Brasil, conforme Resolução Nº 3.721 de 2009, define:

Art. 2º Para os efeitos desta resolução, define-se o risco de crédito como a possibilidade de ocorrência de perdas associadas ao não cumprimento pelo tomador ou contraparte de suas respectivas obrigações financeiras nos termos pactuados, à desvalorização de contrato de crédito decorrente da deterioração na classificação de risco do tomador, à redução de ganhos ou remunerações, às vantagens concedidas na renegociação e aos custos de recuperação.

Parágrafo único. A definição de risco de crédito compreende, entre outros:

I- o risco de crédito da contraparte, entendido como a possibilidade de não cumprimento, por determinada contraparte, de obrigações relativas à liquidação de operações que envolvam a negociação de ativos financeiros, incluindo aquelas relativas à liquidação de instrumentos financeiros derivativos;

II- o risco país, entendido como a possibilidade de perdas associadas ao não cumprimento de obrigações financeiras nos termos pactuados por tomador ou contraparte localizada fora do País, em decorrência de ações realizadas pelo governo do país onde localizado o tomador ou contraparte, e o risco de transferência, entendido como a possibilidade de ocorrência de entraves na conversão cambial dos valores recebidos;

III - a possibilidade de ocorrência de desembolsos para honrar avais, fianças, coobrigações, compromissos de crédito ou outras operações de natureza semelhante;

IV - a possibilidade de perdas associadas ao não cumprimento de obrigações financeiras nos termos pactuados por parte intermediadora ou conveniente de operações de crédito. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2009)

O Art. 2º, em seu inciso II, trata do risco soberano, que se constitui de nota dada por instituições especializadas em análise de crédito ou agências classificadoras de risco, a um país emissor da dívida.

Posteriormente serão abordados com maior riqueza de detalhes os fatores de risco de crédito e as classificações do risco de crédito bancário.

2.1.1.3.3 RISCO DE LIQUIDEZ

Existem dois tipos de risco de liquidez: (i) o risco de liquidez de fluxo de caixa ou de financiamento, que ocorre quando os pagamentos não são honrados devido à falta de recursos, e (ii) o risco de liquidez do ativo, que pode ser visto como o risco de determinado ativo não conseguir ser objeto de transação no mercado, devido aos preços praticados. Abaixo, as definições do BCB para os dois casos, respectivamente:

A Resolução Nº 4.090 de 2012 do BCB, define risco de liquidez, em seu Art. 2º como:

I - a possibilidade de a instituição não ser capaz de honrar eficientemente suas obrigações esperadas e inesperadas, correntes e futuras, inclusive as decorrentes de vinculação de garantias, sem afetar suas operações diárias e sem incorrer em perdas significativas; e

II - a possibilidade de a instituição não conseguir negociar a preço de mercado uma posição, devido ao seu tamanho elevado em relação ao volume normalmente transacionado ou em razão de alguma descontinuidade no mercado. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2012)

Um exemplo clássico de risco de liquidez é encontrado no mercado de imóveis, no qual vários fatores, econômicos e burocráticos, interferem nas transações de compra e venda.

2.1.1.3.4 RISCO OPERACIONAL

O risco operacional pode ser resumido, segundo Jorion (2007a, p. 551), como “o

risco de perdas resultantes de processos internos falhos ou inadequados, pessoas e sistemas ou eventos externos. ”

Este risco está associado, portanto, aos riscos de fraude, tecnológicos, envolvendo falhas, controles e procedimentos impróprios ou obsoletos e erros humanos intencionais ou não.

O Banco Central do Brasil enumera alguns eventos de risco operacional na Resolução Nº 3.380/06: (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2006)

- I - fraudes internas;
- II - fraudes externas;
- III - demandas trabalhistas e segurança deficiente do local de trabalho;
- IV - práticas inadequadas relativas a clientes, produtos e serviços;
- V - danos a ativos físicos próprios ou em uso pela instituição;
- VI - aqueles que acarretem a interrupção das atividades da instituição;
- VII - falhas em sistemas de tecnologia da informação;
- VIII - falhas na execução, cumprimento de prazos e gerenciamento das atividades na instituição.

Pode-se citar, a título exemplificativo, a fraude de boletos bancários e cheques.

2.1.1.3.5 RISCO LEGAL

Embora ocupe tópico próprio, alguns autores consideram o risco legal como uma subclassificação do risco operacional.

De fato, este risco ocorre quando uma operação é dita incompatível com a legislação em vigor. Comumente advém de contratos mal elaborados, falhas em sistemas de informação e práticas inadequadas relativas a clientes, produtos e serviços, conforme trata a Resolução Nº 3.380/06 do BCB.

Embora se possa tratar os tipos de riscos financeiros de maneira isolada, é fácil notar que eles se relacionam entre si, dado que estão inseridos em um mesmo contexto, o mercado financeiro. O Capítulo a seguir tratará com maior detalhamento o risco de crédito.

2.2 CRÉDITO

2.2.1 CRÉDITO BANCÁRIO

A palavra “crédito” tem sua origem no vocábulo latino “credere”, significando crer, confiar. O dicionário Michaelis de Língua Portuguesa traz como significação da palavra “dinheiro posto à disposição de alguém numa casa bancária ou comercial” ou ainda “direito de receber o que se emprestou.”

Nas palavras de (SILVA, 2014, p. 45), “o banco está comprando uma promessa de pagamento, pagando ao tomador (vendedor) um determinado valor, para no futuro, receber um valor maior.”

Dentre as funções de um banco, encontram-se a função de crédito e a função criadora de moeda. A primeira refere-se à intermediação financeira realizada pelos bancos, com a captação de recursos de agentes superavitários e o financiamento das necessidades de investimento e consumo dos agentes deficitários; a segunda, relaciona as funções de depósito e de crédito ao poder de criação da moeda através do recebimento de juros. (SILVA, 2014)

2.2.2 MERCADO DE CRÉDITO BRASILEIRO

Como primeira consideração, é preciso estabelecer a relação intrínseca entre a estruturação do setor financeiro brasileiro e a expansão do mercado de crédito, de acordo com os eventos históricos que marcaram o desenvolvimento do País.

De acordo com Camargo (2009), no Brasil, o período de 1808 até 1914 foi marcado pela abertura financeira, pela alta dívida externa e pela inexistência de uma rede nacional capaz de estimular a criação interna de moeda, prevalecendo a atuação de bancos estrangeiros na concessão de empréstimos comerciais e nas operações de câmbio; os poucos bancos públicos e privados nacionais trabalhavam com as operações domésticas, que possuíam maior risco e menor rentabilidade.

Em um segundo período, compreendido entre 1920 e 1964, de acordo com Camargo (2009), ocorreram evoluções em relação ao sistema financeiro nacional com ações limitantes à atuação de bancos estrangeiros no país e com o surgimento, em 1952, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE).

Entre 1964 e 1979, observa-se uma expansão da economia brasileira bem como do setor bancário que, à época, passou a captar mais capital estrangeiro e propiciou a

internacionalização financeira novamente. (CAMARGO, 2009)

Ainda Segundo Camargo (2009), de 1980 a 1994, o Brasil passou por severas crises e recessões, entretanto, o setor bancário não foi fortemente afetado devido à alta inflação, que permitia a captação de depósitos à vista que financiavam a compra de títulos da dívida pública com altas taxas de juros. Dessa forma, o crédito privado não era tão atrativo quanto os títulos públicos.

Segundo Ercolin (2009), após vários fracassos de planos que tentaram trazer estabilidade à economia brasileira, somente após a entrada em vigor do Plano Real, em 1994, é que a inflação extremamente elevada foi controlada, fazendo com que o setor bancário revisse sua estrutura, organização e funcionamento.

A Figura 2 mostra a evolução da inflação durante o Plano Real no período de 1994 a 2014. Neste gráfico observa-se que a hiperinflação observada no início da década de 90 foi controlada a partir de meados de 1994 e manteve-se em patamares muito menores nos anos seguintes.

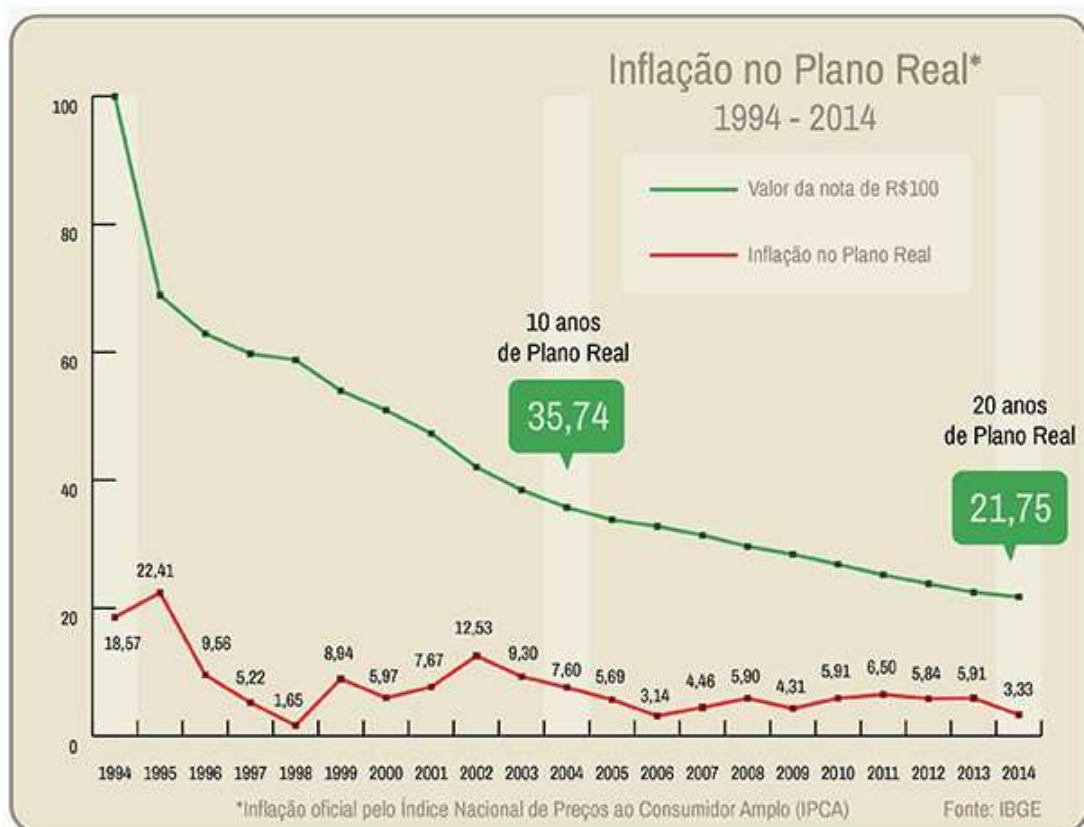


Figura 2 – Inflação e Plano Real
Fonte: Agência Brasil (2014)

Inicialmente, a reestruturação do setor bancário foi conturbada e marcada por

falências, fusões, aquisições e pela entrada de bancos estrangeiros no país, mas o setor rapidamente se adaptou ao novo cenário. Com a queda da inflação, houve direcionamento de crédito ao setor privado a taxas de juros elevadas em um período de crescimento econômico que demandava mais crédito.

A Tabela 1 mostra a evolução do número de instituições financeiras nacionais e estrangeiras nesse período de reestruturação. Na Tabela, observa-se a significativa redução dos bancos públicos estaduais enquanto o número de bancos privados nacionais e estrangeiros foi ampliado, evidenciando a mudança estrutural do setor desencadeada pelo novo cenário econômico.

Para Fucidji e Prince (2009), a abertura do setor bancário à entrada de bancos estrangeiros teve como principais motivações a ampliação e estabilização dos fluxos de capital externo para o Brasil, a tentativa de melhorar a eficiência operacional do setor e a ampliação da oferta de crédito e serviços financeiros na economia brasileira.

Tabela 1 – Número de bancos brasileiros por categorias

Tipo de instituição	dez./88	jun./94	dez./98
Bancos Públicos	43	40	30
Federais	6	6	6
Estaduais	37	34	24
Bancos Privados Nacionais	44	147	106
Bancos Estrangeiros	40	69	75
Filiais	18	19	16
Controle estrangeiro	7	19	36
Participação estrangeira	5	31	23
Bancos de Investimento	49	17	22
TOTAL	166	273	233

Fonte: Camargo (2009)

A partir de 2003, o cenário econômico favoreceu a expansão do crédito, que em 2008 atingiu 41,3% de participação do crédito no Produto Interno Bruto, conforme mostra a Figura 3. Em abril de 2016, a razão crédito/PIB, foi ainda maior e atingiu o percentual de 52,6%, ou seja, o volume de crédito concedido correspondia a mais da metade do valor do PIB nacional. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016)

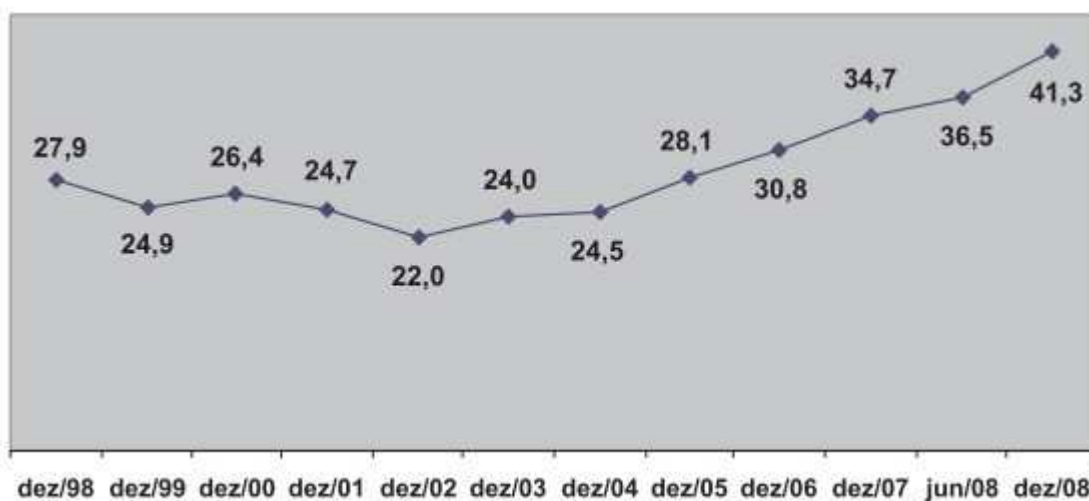


Figura 3 – Saldo das operações de crédito em relação ao PIB (%)
 Fonte: Camargo (2009)

Mesmo em meio a recessão econômica vivida pelo Brasil desde meados de 2014, o setor bancário tem mostrado bom desempenho, elevando as taxas de juros, mantendo os níveis de concessão de crédito e aumentando o spread¹.

Muitos bancos latino-americanos de países que vêm enfrentando uma desaceleração da economia apresentaram aumento da lucratividade em 2015, em contraste com o cenário econômico da região. Alguns analistas apontam que a explicação para tais resultados positivos é a captação de recursos em fundos baratos e a concessão de empréstimos a taxas de juros elevadas em conjunto com a expansão da classe média e o conseqüente aumento da demanda pelo crédito. (BBC BRASIL, 2015)

2.2.3 FINANCIAMENTOS DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS A PESSOAS FÍSICAS

Esta seção tem por objetivo apresentar, de maneira sucinta, as principais operações de crédito oferecidas por instituições financeiras às pessoas físicas, de acordo com Silva (2014), e que servirão para melhor compreensão das séries de dados que foram utilizadas neste estudo.

- Cheque especial ou crédito rotativo: limite de crédito disponibilizado em conta corrente para utilização ocasional;

¹ Em definição dada pelo BCB, *spread* é a “diferença entre taxas de juros de aplicação e de captação, compreendendo o lucro e o risco relativos às operações de crédito

- Empréstimos parcelados: normalmente são demandados pelos clientes para cobrir déficits de fluxo de caixa e são conhecidos como crédito direto ao consumidor (CDC). Outra modalidade de empréstimo parcelado é o crédito consignado, cuja prestação é descontada diretamente na folha de pagamento por meio de convênio entre a instituição financeira e empregador;
- Financiamento de veículos: Operação de financiamento em que as características da operação podem variar em função do veículo a ser adquirido. O bem pode ficar sob posse da IF (arrendamento mercantil ou *leasing*) ou pode ser objeto de alienação fiduciária;
- Financiamento imobiliário: Destinado à aquisição de imóveis residenciais, novos ou usados, e também a reformas;
- Cartão de crédito: Utilizado para obtenção de bens e serviços para pagamento na data de vencimento da fatura do cartão, em parcelamentos com ou sem juros.

2.2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE CRÉDITO PARA PESSOAS FÍSICAS

Segundo Silva (2014), as pessoas físicas são avaliadas segundo critérios julgamentais ou estatísticos ou por ambos, a depender da forma como os negócios são operacionalizados e de suas próprias características.

Na análise julgamental o responsável pela concessão do crédito avalia diversas características do possível tomador, como a atividade profissional e os bens patrimoniais.

Nos sistemas computadorizados, a partir de critérios estatísticos, o *Credit Scoring* busca realizar uma soma de pontuações relativas a aspectos específicos do cliente na qual o risco será maior quanto menor for a pontuação. Dessa forma, essa metodologia busca avaliar se o cliente é aceitável ou não de acordo com os critérios do credor.

Já a metodologia *Behaviour Score*, consiste de uma metodologia estatística baseada no comportamento de crédito do cliente registrada em uma base de dados. Assim, busca responder se o cliente é um bom pagador ou não.

Fato é que cada vez mais as instituições financeiras recorrem à tecnologia da informação para aprimorar as avaliações de risco de crédito que realizam afim de garantir a sustentabilidade de seus negócios. No entanto, não é possível desprezar o importante papel desempenhado pelos gestores, prevalecendo-se os modelos de avaliação combinados, ou seja, que utilizam estatística e critérios subjetivos inerentes à gestão das carteiras de crédito.

2.2.5 RISCOS DE CRÉDITO DE UM BANCO

De acordo com Silva (2014), os riscos de crédito de um banco podem ser classificados em 4 (quatro) grupos: (i) risco do cliente ou risco intrínseco; (ii) risco da operação; (iii) risco de concentração; (iv) risco da administração do crédito.

2.2.5.1 RISCO DO CLIENTE OU RISCO INTRÍNSECO

Como o próprio nome sugere, este risco está ligado às características do próprio devedor. As variáveis relacionadas ao risco do tomador são classicamente definidas pelos 5 Cs do crédito, de Weston e Brigham. (SAUNDERS; ALLEN, 2002)

A análise dos 5 Cs do crédito visa determinar a capacidade creditícia de um dado cliente e consiste de uma das ferramentas mais importantes para o processo de análise de crédito. (TSURU; CENTA, 2009)

- Character (caráter ou reputação): Uma medida de reputação do cliente, sua boa vontade de pagar e seu histórico de pagamentos;
- Capital: Trata de análise financeira e patrimonial do tomador;
- Capacity (capacidade): A capacidade de pagamento, a qual reflete a volatilidade dos ganhos do tomador. Quando os ganhos são voláteis, podem existir períodos em que a capacidade de pagamento sofra restrições;
- Colateral (garantia): No caso de inadimplência do tomador, o banco possui direito sobre a garantia prometida;
- Cycle or (Economic) Conditions (condições): São condições externas, fatores que não são passíveis de controle pelo tomador.

2.2.5.2 RISCO DA OPERAÇÃO

De acordo com a Circular N° 1273 de 1987 do Banco Central do Brasil, as operações de crédito são classificadas nas seguintes modalidades:

- a) empréstimos – são as operações realizadas sem destinação específica ou vínculo à comprovação da aplicação dos recursos. São exemplos os empréstimos para capital de giro, os empréstimos pessoais e os adiantamentos a depositantes;
- b) títulos descontados – são as operações de desconto de títulos;
- c) financiamentos – são as operações realizadas com destinação específica, vinculadas à comprovação da aplicação dos recursos. São exemplos os financiamentos de parques industriais, máquinas e equipamentos, bens de

consumo durável, rurais e imobiliárias. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1987)

Cada operação de crédito traz em si características específicas inerentes; as principais características são: (i) o produto; (ii) o montante, (iii) o prazo; (iv) a forma de pagamento; (v) as garantias; (vi) o preço.

A adequação dessas características às características do tomador é essencial no processo de concessão do crédito, pois a inadequação pode engendrar a inadimplência.

2.2.5.3 RISCO DE CONCENTRAÇÃO

A concentração da carteira de crédito em um determinado segmento ou nicho do mercado, em uma região ou em um determinado produto não é racional, dado que subjuga o poder da diversificação da carteira na redução do risco.

Silva (2014), afirma que “o risco de uma carteira de crédito é diferente dos riscos de suas operações individuais, em razão das correlações que possam haver entre os diversos segmentos. ”

De acordo com a Teoria de Carteiras de Markowitz, a minimização do risco pela diversificação do portfólio é explicada pelo fato de que os ativos que compõem tal carteira possuem correlações imperfeitas, ou seja, seus valores são compensatórios, os preços dos ativos financeiros não se movem de modo exatamente conjunto, de modo que a variação do preço de um ativo pode ser compensada pela variação em sentido oposto de outros ativos. (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005)

2.2.5.4 RISCO DA ADMINISTRAÇÃO DO CRÉDITO

O banco deve possuir ferramentas e recursos humanos que propiciem a gestão do risco, analisando, avaliando, decidindo, formalizando e acompanhando as concessões de crédito.

A má administração da carteira tem como consequência altos níveis de inadimplência e, conseqüentemente, prejuízos financeiros.

2.3 INADIMPLÊNCIA

Em definição ampla encontrada no Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (Michaelis), inadimplência é sinônimo de inadimplemento e significa “descumprimento de um contrato ou de qualquer obrigação.”

De acordo com o Banco Central do Brasil (2016), em uma definição direcionada ao mercado financeiro, inadimplência é a “impossibilidade de completar uma transferência de fundos ou de valores mobiliários em conformidade com os termos acordados por razões que não são técnicas ou temporárias.”

Na abordagem de Jorion (2007a), a inadimplência ou default rate é considerada uma das fontes do risco de crédito, em conjunto com a taxa de recuperação e o risco de mercado, como mostra a Figura 4.

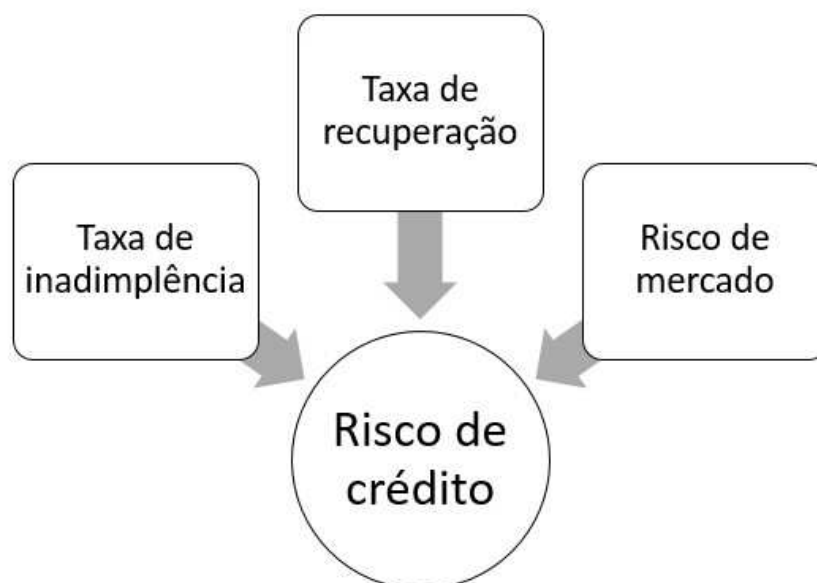


Figura 4 – Fontes do risco de crédito
Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Jorion (2007)

2.3.1 INADIMPLÊNCIA NO BRASIL

Martelanc e Ghani (2008), afirmam que, entre 1980 e 2005, a economia brasileira foi marcada por ciclos de baixo crescimento sucedidos por períodos de fortes retomadas, conhecidos como *stop and go*.

Os períodos de estagnação econômica foram 1982, 1984, 1987, 1988, 1990 a 1992, 1998, 1999 e 2001 a 2003. Na década de 1990, essas oscilações eram justificadas pela chamada “década perdida” de 1980, período de graves crises internacionais e nacionais. O Plano Collor¹ desencadeou um aumento notório nas taxas de inadimplência com as quais o setor financeiro conviveu por anos.

A Figura 5, de acordo com a variação da taxa de crescimento do PIB real (a preços de mercado) em relação ao mesmo período do ano anterior, mostra que estes ciclos não ficaram restritos ao período supramencionado. Ao observar-se o gráfico, é possível perceber que houve uma acentuada queda em 2008 com vigorosa retomada no fim de 2009 seguida por um período de instabilidade econômica a partir de meados de 2010 e que perdura até a corrente data.

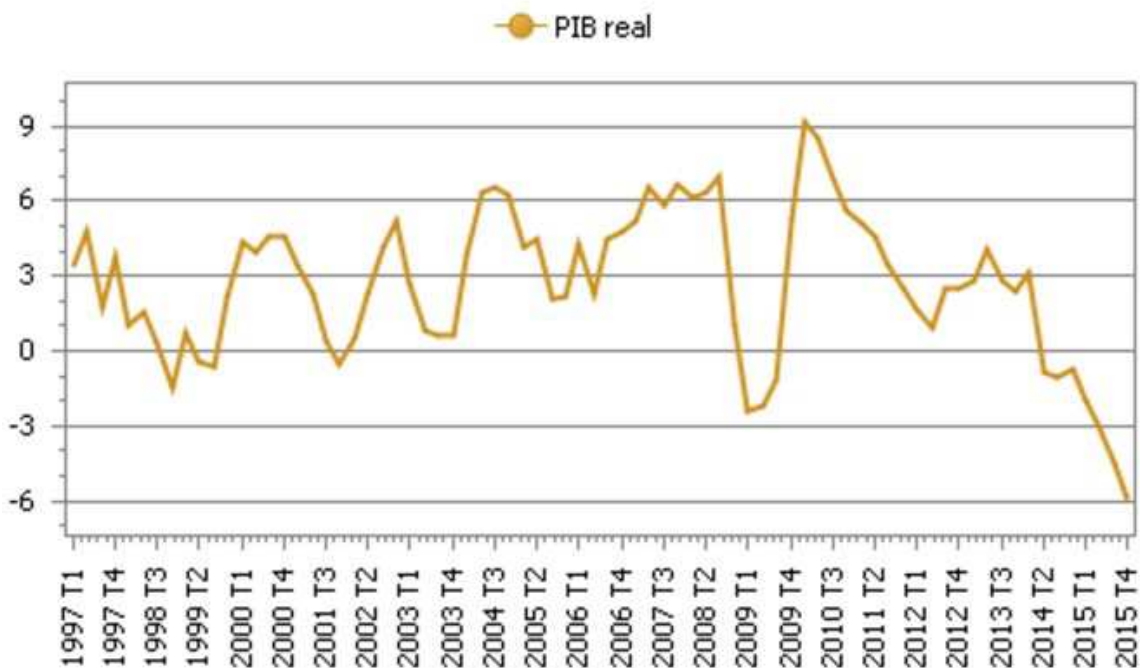


Figura 5 – Taxa de crescimento do PIB real com frequência trimestral - Período de 1997-2015
Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2016)

A inadimplência no Brasil no período pós Plano Real, quando houve uma reestruturação do setor bancário e uma mudança de comportamento das instituições financeiras em relação ao crédito privado, é abordada por Cysne e Costa (1996).

¹ O Plano Collor possuía objetivo anti-inflacionário e usou como estratégia “o bloqueio de liquidez da maior parte dos haveres financeiros.” (CARVALHO, 2003)

Em meados de 1995 houve aumento expressivo do consumo baseado em crédito fácil concedido a altas taxas de juros, porém em descompasso com o novo contexto econômico no qual os rendimentos nominais não aumentariam como no passado. Essa combinação de fatores propiciou o crescimento da inadimplência de um consumidor com menores margens residuais de salário para quitação de dívidas. Este aumento na inadimplência revelou, também, que as IFs não estavam preparadas para realizarem análises de crédito coesas. (CYSNE; COSTA, 1996)

A Tabela 2 mostra em números a evolução expressiva da inadimplência no período de transição para o Plano Real.

Tabela 2 – Evolução do índice de inadimplência após o Plano Real

Períodos	Pessoas Físicas			Total		
	Total	Atraso	%	Total	Atraso	%
1º Sem/94	5432	312	5,75	161878	12411	7,67
2º Sem/94	12209	535	4,38	182380	14722	8,07
1º Sem/95	15648	1222	7,81	221916	19040	8,58
07/95 a 11/95	15340	2558	16,67	230792	28356	12,29

Fonte: Cysne e Costa (1996), a partir do Boletim do Banco Central de fev/96

As retomadas de crescimento após períodos de recessão econômica são caracterizadas pela súbita expansão do crédito para financiamento do consumo, principalmente. O descontrole no gerenciamento do volume de crédito, tanto pelos credores quanto pelos consumidores, propicia o aumento da inadimplência, que é ainda mais agravada pela sucessão de períodos de desaceleração econômica. (MARTELANC; GHANI, 2008)

Segundo Sbicca, Floriani e Juk (2012), nos últimos anos, o mercado de crédito brasileiro teve um crescimento exponencial entre 2003 e 2012, com crescimento real de 209,9% e destaque para o segmento de pessoas físicas com 30% da carteira total de crédito. Os consumidores de faixa de renda inferior - até R\$ 500,00 individuais mensais - apresentaram o maior crescimento da demanda por crédito a partir de 2010, 112,72%. Em seu estudo, assim concluem os autores:

Os dados observados para o Brasil quanto à contratação de crédito, comprometimento de renda e inadimplência chamam a atenção para a população de baixa renda e mostram como ela se enquadra no conceito de vulnerabilidade do consumidor. No caso brasileiro, a demanda historicamente reprimida e a possível instabilidade na renda dessas famílias na ocorrência de flutuações do PIB justificam o aprofundamento desta pesquisa [. . .] (SBICCA; FLORIANI; JUK, 2012, p. 14)

Segundo Ribeiro e Lara (2016), no período de 2000 a 2015, as relações de renda e consumo dos trabalhadores brasileiros foram profundamente modificadas com a ampliação da oferta de produtos e serviços bancários às mais diversas classes sociais. Os programas sociais, a exemplo do Bolsa Família, contribuíram substancialmente para a bancarização da população.

Diante da vulnerabilidade das classes mais pobres, os autores supracitados defendem a ideia de que a ausência da educação financeira contribui para o endividamento familiar, alertando para a necessidade deste tipo de educação como forma de combate à dependência financeira.

2.3.2 INADIMPLÊNCIA E FATORES MACROECONÔMICOS

Nas palavras de Barth (2004, p.1), “a teoria que justifica a inadimplência creditícia com certeza envolve conceitos econômicos, psicológicos e sociológicos.”

Para Schechtman e Gaglianone (2012 apud Zaniboni, 2013), a relação entre concessão de crédito e macroeconomia é bem estudada, porém a relação com a inadimplência ainda está em fase inicial e, segundo Linardi (2008), há poucos estudos que relacionam risco de crédito e ambiente macroeconômico no Brasil.

Conforme abordado na Seção 4.2, a taxa de inadimplência está diretamente relacionada aos ciclos de desenvolvimento econômico. Borio et al. (2001 apud Linardi, 2008), afirmam que, durante um período de expansão econômica, o risco de crédito é subestimado e isso contribui para o crescimento do volume de crédito concedido, para a inflação de preços de ativos e redução dos spreads dos empréstimos e das provisões mantidas pelas IFs. Já nos casos de recessão econômica ocorre o oposto.

O ambiente econômico é fundamental para explicar o comportamento do risco de crédito. A fase de expansão da economia é geralmente caracterizada por uma taxa relativamente baixa de créditos em inadimplemento, uma vez que tanto os consumidores quanto as empresas possuem um fluxo suficiente de receitas para honrar suas dívidas. No entanto, à medida que o período de expansão prossegue, o crédito é estendido a tomadores que apresentam maior risco de crédito e, posteriormente, quando a fase de recessão ocorre, os empréstimos inadimplentes tendem a aumentar.

Correa et al. (2014) estudam a relação entre ciclos econômicos no Brasil e a inadimplência de operações de crédito pessoal e financiamento de veículos no varejo entre

2003 e 2008, concluindo que existe uma relação negativa entre ambos, porém, com menor intensidade do que a sugerida por outros estudos baseados em créditos corporativos. Para os autores, tal fato pode ser explicado pela diversificação do risco ao se conceder crédito para um grande número de indivíduos.

Linardi (2008) faz um estudo bibliográfico acerca da correlação entre risco de crédito e ciclos econômicos, evidenciando as conclusões de Nickell et al. (2000) e Bangia et al. (2002), as quais mostram que os estágios dos ciclos econômicos são as variáveis estatísticas mais significantes para explicar a probabilidade de migração de ratings de crédito corporativo². Para relacionar taxa de inadimplência e variáveis macroeconômicas, o autor utilizou um modelo de autorregressão vetorial (VAR)³ para o período compreendido entre 2000 e 2007 com as seguintes variáveis: taxa de inadimplência, hiato do produto⁴, variação do índice de rendimento médio real trimestral do pessoal ocupado, taxa de juros Selic⁵ anualizada e expectativa de inflação para os próximos doze meses. O estudo conclui que a taxa de inadimplência das IFs mostrou-se sensível às três primeiras variáveis supracitadas.

Souza e Feijó (2007) estudaram o processo interativo entre fatores macroeconômicos e os bancos sob a ótica do risco de crédito e concluíram que além dos impactos destes fatores, a forma como as instituições financeiras reagem frente a tais mudanças influencia no risco de crédito, havendo diferenças de reação, principalmente, entre bancos públicos e privados.

Castro (2012) aborda a relação entre fatores macroeconômicos e o risco de crédito bancário em um grupo de países formado pela Grécia, Irlanda, Portugal, Espanha e Itália, utilizando-se de painel dinâmico de dados no período de 1997 a 2011. O estudo conclui que o risco de crédito aumenta quando a taxa de crescimento do PIB reduz e quando a taxa de desemprego, a taxa de juros, a expansão do crédito e a taxa de câmbio real aumentam.

² As probabilidades de migração de *rating* de crédito são representadas por matrizes que mostram a probabilidade de mudança na classificação de crédito da empresa emissora da dívida ao longo de dado período.

³ O modelo VAR é uma extensão de uma regressão univariada para uma análise multivariada onde cada variável endógena é expressa como uma função linear de seus valores defasados e dos valores defasados das outras variáveis do sistema. (LINARDI, 2008)

⁴ Hiato do produto é definido como a diferença entre o Produto Interno Bruto (PIB) e o PIB potencial, normalmente obtido por método de extração de tendência. (CUSINATO; MINELLA; PÔRTO JÚNIOR, 2010)

⁵ A taxa Selic efetiva é a média das taxas de juros praticadas nas operações compromissadas de prazo de um dia útil lastreadas em títulos públicos federais registrados no Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia). (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016)

A taxa de desemprego é um forte indicador das condições econômicas de um país. O aumento do desemprego tende a prejudicar os fluxos de caixa das famílias, aumentando o peso da dívida no orçamento. Com relação às empresas, o aumento do número de desempregados pode indicar uma diminuição da produção como consequência da queda da demanda.

Outro importante fator condicionante do risco de crédito é a taxa de juros, uma vez que afeta o endividamento, ou seja, espera-se que a correlação entre o efeito do aumento da taxa de juros sobre o risco de crédito seja positiva, aumentando a inadimplência.

No Brasil, a taxa básica de juros, a Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), serve apenas de referência para as taxas de juros cobradas pelos bancos, os quais arbitram o preço do dinheiro levando em conta o mercado. Sobre as taxas de juros estabelecidas pelas instituições financeiras, Monticelli (2003) conclui que existe um ciclo no mercado de crédito brasileiro; para o autor, o aumento do spread das operações de crédito pelas instituições financeiras como forma de resposta à taxa inadimplência incorre novamente no aumento desta taxa, resultando em uma seleção adversa, retirando do mercado os bons pagadores.

De acordo com o Banco Central do Brasil (2017), existem diferentes componentes com diferentes representatividades para o spread bancário: o lucro, a inadimplência, os impostos diretos, os custos administrativos e o compulsório e os encargos fiscais. Para a autarquia federal, a inadimplência tornou-se o componente de maior peso no cálculo do spread.

Em relação às concessões de crédito, conforme anteriormente tratado, estas estão diretamente relacionadas às fases do ciclo econômico. Em períodos de crescimento, ocorre aumento no volume de concessões, dadas as condições de mercado mais favoráveis. De fato, a expansão do crédito dá informações sobre as condições gerais no mercado de crédito e reflete o quão fácil é obter acesso ao crédito e realizar acordos financeiros, se necessário, a fim de se evitar a inadimplência. Em níveis mais elevados, o crescimento do crédito pode aumentar a probabilidade de inadimplência, uma vez que se concede crédito a tomadores de caráter mais duvidoso.

No Chile, Sagner (2012) estimou um modelo econométrico para previsão do fluxo de créditos inadimplentes entre janeiro de 1997 e junho de 2010, encontrando-se relações estatisticamente significativas com os seguintes fatores macroeconômicos: o Indicador Mensal de Atividade Econômica (IMACEC), a taxa de juros de curto e longo prazo, a taxa de inflação anual, a taxa de câmbio peso-dólar e o crescimento na concessão de empréstimos.

A inflação alta pode tornar os encargos da dívida menores, reduzindo o valor real dos empréstimos, entretanto, também pode enfraquecer a capacidade do mutuário para pagar a dívida, à medida que reduz o seu poder de aquisição. Assim, a relação entre inflação e risco de crédito pode ser positiva ou negativa.

Em relação à variação da taxa de câmbio mensal espera-se um impacto positivo sobre o risco de crédito haja vista que valorizações do dólar aumentariam, via efeito preço, a exposição das empresas com dívidas em dólar e, conseqüentemente, o risco de não cumprimento de tais dívidas. Já a valorização da moeda local significa que produtos e serviços nacionais tornam-se mais caros, enfraquecendo a competitividade das empresas voltadas à exportação, afetando negativamente a capacidade de pagamento destas organizações.

Tanaskovic e Jandric (2015) estudam a relação entre o crescimento de *non-performing loans* ou créditos em inadimplemento e fatores macroeconômicos em países do centro, do leste e do sudeste europeu no período compreendido entre 2006 e 2013. Os autores evidenciam que, após a crise econômica deflagrada em 2008, o número de contratos inadimplentes sofreu um aumento considerável e que tal aumento foi mais evidente em determinados países do que em outros. Em conclusão, observaram que o PIB ou o GDP (*Gross Domestic Product*) apresentou correlação negativa com o nível de inadimplência e, em contrapartida, a proporção de empréstimos em moeda estrangeira em relação ao total de empréstimos e a taxa de câmbio apresentam correlação positiva. A justificativa é de que, em países onde a moeda nacional não é o principal meio de alocação de crédito, a taxa de inadimplência tende a ser maior, principalmente em períodos de depreciação da moeda local.

Nas palavras de Mordecki, Pena e Sosa (2012) algumas economias emergentes apresentam uma alta dolarização em empréstimos e depósitos, o que gera um risco específico na operação bancária, o risco de crédito cambial, definido como a perda esperada resultante de um empréstimo em moeda estrangeira tomado por um agente que receba o seu rendimento em moeda local.

Bucur e Dragomirescu (2014) estudam a relação entre fatores macroeconômicos e o risco de crédito bancário na Romênia no período de 2008 a 2013 por meio de análise de regressão e concluem que o risco de crédito do país apresentou correlação negativa com o crescimento da oferta monetária e com a flutuação da taxa de câmbio, correlação positiva com a taxa de desemprego e não apresentou correlação significativa com a taxa de crescimento do PIB.

Ruberto et al. (2013) avaliam a influência de fatores macroeconômicos sobre o

endividamento das famílias brasileiras no período de 2005 a 2012 por meio de análise de regressão múltipla, identificando-se três principais indicadores: o PIB e o endividamento defasado das famílias, ambos positivamente correlacionados com o aumento do endividamento familiar, e a taxa de câmbio, negativamente correlacionada.

2.4 ANÁLISE DE REGRESSÃO

Segundo Hoffmann (2016), a análise de regressão é o método mais importante da econometria, que consiste na utilização de métodos matemáticos e estatísticos a problemas econômicos.

Para Hair et al. (2005), a técnica de análise de regressão, além de ser amplamente utilizada, é muito versátil, sendo utilizada desde problemas mais genéricos até os mais específicos, constituindo-se uma ferramenta analítica capaz de explorar os mais diferentes tipos de dependências entre as variáveis.

Este trabalho seguirá o processo de decisão para a análise de regressão múltipla apresentado por Hair (2005), conforme os diagramas das Figuras 6 e 7, cujos estágios serão detalhados a seguir.

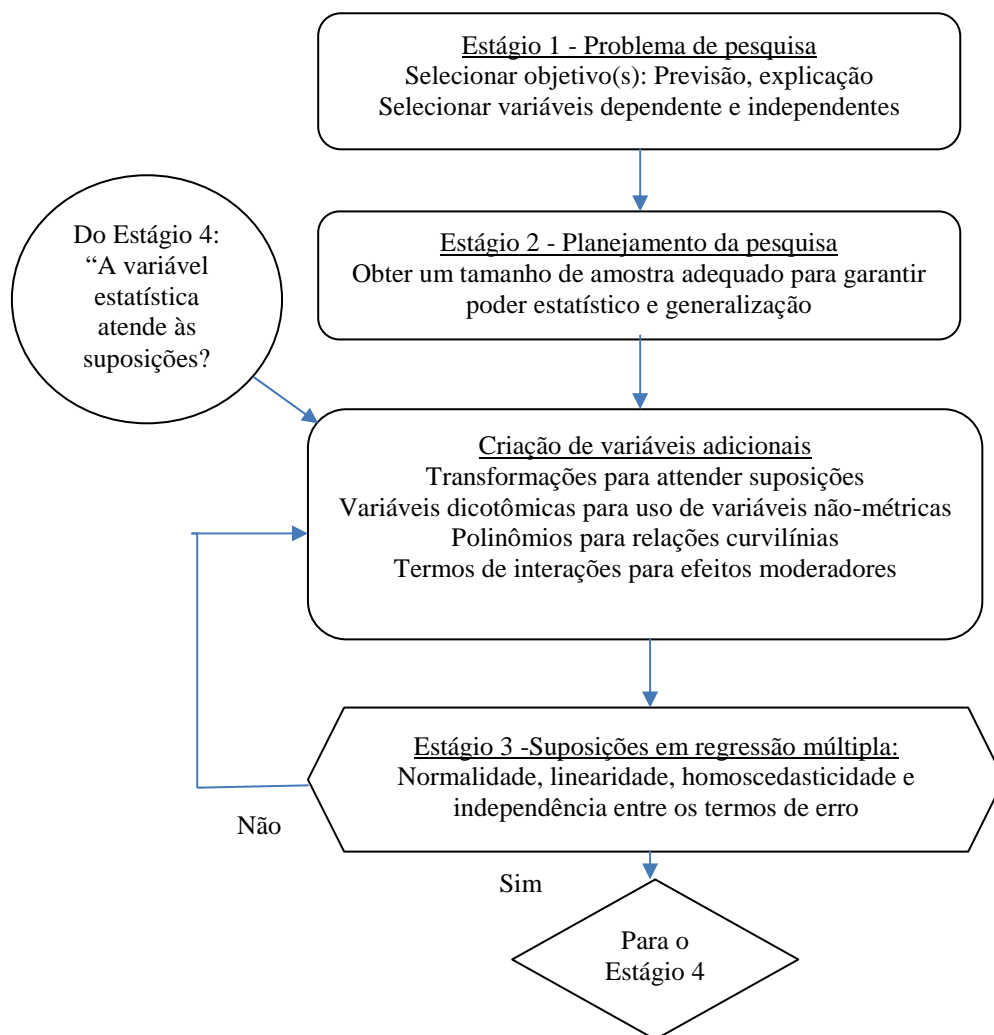


Figura 6 – Estágios 1-3 no diagrama de decisão da regressão múltipla
Fonte: Hair *et al* (2005)

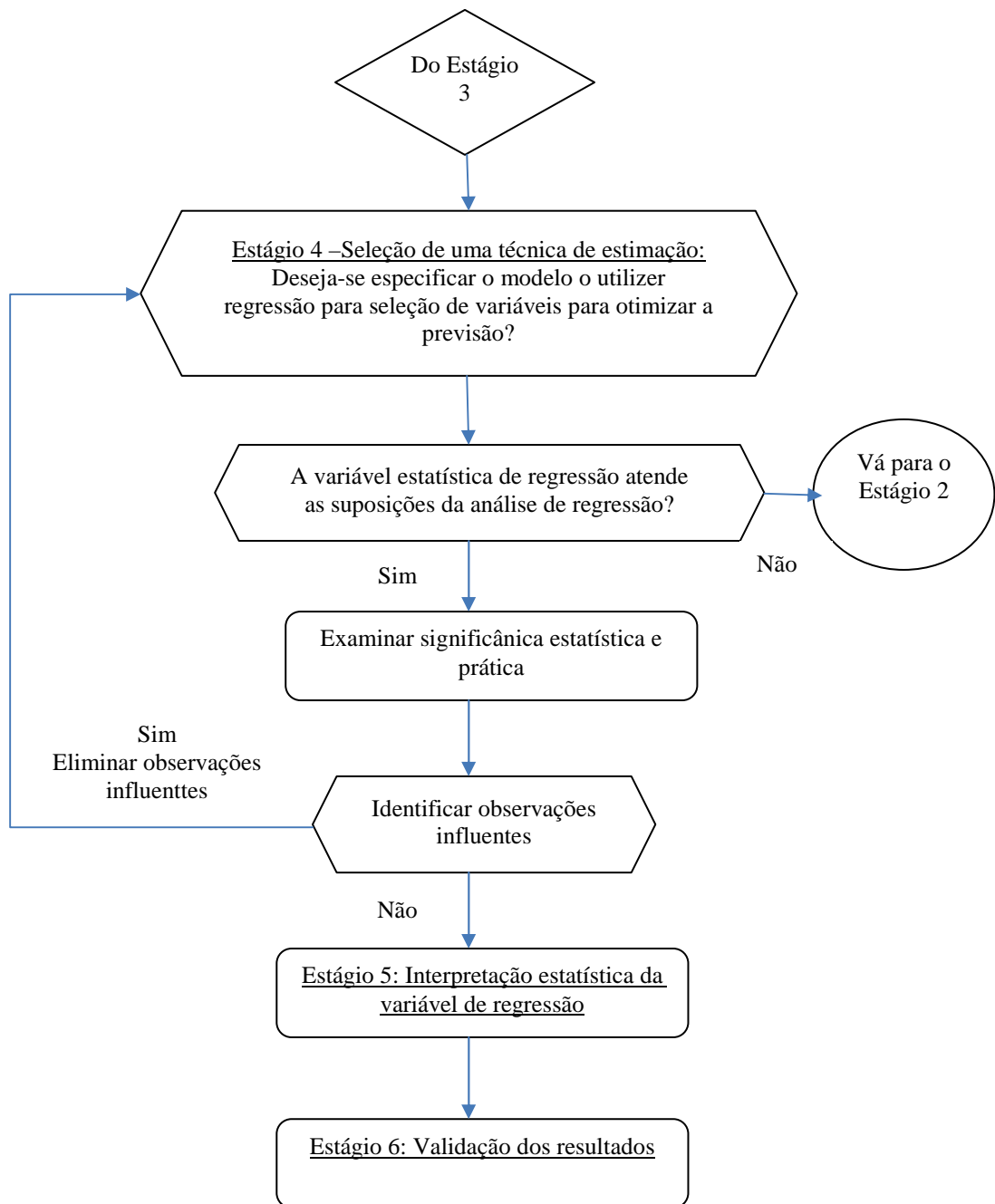


Figura 7 – Estágios 4-6 no diagrama de decisão de regressão múltipla
Fonte: Adaptado de Hair *et al* (2005)

2.4.1 OBJETIVOS DA REGRESSÃO MÚLTIPLA E ADEQUAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O Estágio 1 diz respeito aos objetivos da regressão múltipla e à adequação do problema de pesquisa que pode ser classificado em duas grandes classes: a explicação e a previsão. Quando o objetivo é a previsão, o pesquisador está interessado em atingir a previsão máxima, muitas vezes em detrimento da interpretação, entretanto, a análise de regressão

sempre deve retornar níveis de predição aceitáveis, mesmo que a previsão não seja o objetivo principal da pesquisa. Já quando se objetiva a explicação existem três perspectivas para interpretação da variável estatística: a importância das variáveis independentes, os tipos de relações encontradas ou as inter-relações entre as variáveis explicativas.

Neste trabalho, adotou-se como premissa o fato de que previsão e explicação são objetivos não excludentes e, portanto, serão abordados ao longo do desenvolvimento. Entretanto, vale dizer que o objetivo principal do trabalho é a explicação.

Outra etapa importante contida no Estágio 1 é a de seleção das variáveis dependentes ou resposta e das variáveis independentes ou explicativas. A seleção das variáveis que compõem o modelo deve ser respaldada por questões conceituais ou teóricas, procurando-se evitar dois erros principais: o erro de medida e o erro de especificação. O primeiro está associado ao grau em que a variável, de fato, é uma medida consistente do conceito em estudo e o segundo refere-se à inclusão de variáveis irrelevantes ou à omissão de variáveis relevantes.

Com base na pesquisa bibliográfica sobre estudos já realizados sobre o tema abordado por este trabalho (Seção 4.3), identificaram-se as principais variáveis macroeconômicas usadas pelos autores na elaboração e desenvolvimento desses estudos. A Tabela 4 apresenta, de modo sucinto, as variáveis dependentes destacadas e os autores que as utilizaram em seus respectivos estudos.

Tabela 3 – Variáveis macroeconômicas relacionadas com a inadimplência e respectivos autores

Variáveis	Autores
Renda média	Linardi (2008)
	Linardi (2008)
Taxa de juros	Castro (2012)
	Sagner (2012)
	Castro (2012)
PIB	Sagner (2012)
	Tanaskovic e Jandric (2015)
	Ruberto et al. (2013)
	Castro (2012)
Taxa de desemprego	Bucur e Dragomirescu (2014)
	Castro (2012)
Concessões de crédito	Sagner (2012)
	Castro (2012)
	Sagner (2012)
Taxa de câmbio	Tanaskovic e Jandric (2015)
	Bucur e Dragomirescu (2014)
	Ruberto et al. (2013)
<i>Spread</i> bancário	Monticelli (2003)
Inflação	Sagner (2012)
Endividamento familiar	Ruberto et al. (2013)

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com a disponibilidade de dados em séries históricas do SGS BCB, as Tabelas 4 e 5 têm por objetivo apresentar as variáveis que foram utilizadas na construção dos modelos econométricos, indicando a sigla a ser usada, a unidade de medida, a descrição, o período das observações e a fonte de cada uma.

Tabela 4 – Descrição da variável resposta ou dependente

Variável	Sigla	Unidade	Descrição	Período	Fonte
Inadimplência da carteira de crédito	Inad	%	Percentual da carteira de crédito a pessoas físicas do SFN com pelo menos uma parcela com atraso superior a 90 dias	Mar/11 a fev/17	BCB

Fonte: Elaborada pelo autor com os dados do SGS BCB

Tabela 5 – Descrição das variáveis explicativas ou independentes

Variável	Sigla	Unidade	Descrição	Período	Fonte
Rendimento médio real habitual das pessoas ocupadas - Setor privado e público – PNADC ^a	Rend	R\$	Média ponderada do rendimento médio do trabalho principal, habitualmente recebido por mês, pelas pessoas de 14 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, com rendimento de trabalho, como empregado no setor privado (exclusivo empregado doméstico) e empregado no setor público	Mar/12 a jan/17	IBGE
Taxa de juros Selic	Selic	% a.m.	Taxa de juros Selic acumulada no mês	Jul/86 a mar/17	BCB
PIB mensal – Valores correntes	PIB	R\$ (milhões)	Indicador mensal estimado via interpolação obtido a partir do PIB trimestral calculado pelo IBGE	Jan/90 a fev/17	BCB
Taxa de desocupação PNADC	Des	%	Percentual de pessoas desocupadas em relação às pessoas na força de trabalho	Mar/12 a jan/17	IBGE
Concessões de crédito – Pessoa física - Total	Cred	R\$ (milhões)	Valor das novas operações de crédito contratadas no período de referência no SFN, incluindo crédito livre e direcionado	Mar/11 a fev/17	IBGE
Taxa de câmbio livre – Dólar americano	Cam	u.m.c/ US\$	Taxa média calculada para compra, utilizando-se cotações diárias do mês de referência	Jan/53 a fev/17	BCB
<i>Spread</i> médio das operações de crédito	Spr	p.p.	Diferença entre a taxa média de juros das novas operações de crédito a pessoas físicas contratadas no período de referência no SFN e o custo de captação referencial médio	Mar/11 a fev/17	BCB
Inflação	Infl	Var %	Varição percentual mensal do Índice Nacional de Preços ao Consumidor – Amplo (IPCA)	Jan/80 a fev/17	IBGE
Endividamento familiar	End	%	Relação entre o valor atual das dívidas das famílias com o SFN e a renda das famílias acumulada nos últimos doze meses	Jan/05 a jan/17	BCB

Fonte: Elaborada pelo autor com dados do SGS BCB

^a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua

2.4.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE UMA ANÁLISE DE REGRESSÃO

O Estágio 2 do diagrama de decisão refere-se ao planejamento da pesquisa de uma análise de regressão múltipla, abordando o tamanho da amostra como principal fator de influência no poder estatístico do teste de significância e na generalização do resultado. O poder estatístico pode ser interpretado como a probabilidade de detecção de um nível específico de R^2 como estatisticamente significativo para um tamanho de amostra determinado.

Para Hair et al. (2005), amostras pequenas, com menos de 20 observações, são adequadas apenas para análises também pequenas por meio de regressão simples. Já amostras muito grandes, com mais de 1000 observações, tornam os testes de significância estatística muito sensíveis, indicando que qualquer relação é significativa para os testes.

O tamanho da amostra também impacta a generalização dos resultados pela proporção entre o número de observações e o número de variáveis independentes. A regra geral é que esta razão nunca fique abaixo de 5 observações para cada variável explicativa, pois, caso contrário, pode ocorrer o “superajuste” da variável estatística à amostra, ou seja, os resultados podem tornar-se muito específicos, perdendo o poder de generalização.

Dados os períodos de observação das 9 variáveis escolhidas, este estudo compreende o período de março de 2012 a janeiro de 2017, totalizando 59 observações mensais. A proporção entre as observações e as variáveis independentes é dada por 44/9 (Conforme Seção 5.1.6) e, portanto, aproximadamente o mínimo estabelecido pela regra geral. Entretanto, os resultados podem ser generalizados com uma amostra representativa quando se alcança o nível desejado de 15 a 20 observações por variável independente.

2.4.3 SUPOSIÇÕES NA ANÁLISE DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

O Estágio 3 aborda as suposições na análise de regressão múltipla, entre as variáveis independentes e a variável dependente, que influem no procedimento estatístico. A seguir, são apresentados testes para verificação das suposições e possíveis correções a serem realizadas caso estejam em desacordo.

Inicialmente, é feito um exame gráfico dos dados, observando-se a natureza da variável pela forma de distribuição dos dados por meio de histogramas e a relação entre as variáveis por meio de diagramas de dispersão. Os objetivos são a verificação da normalidade dos dados e da linearidade da relação entre as variáveis, respectivamente.

Os testes de suposição devem ser realizados, também, após a estimação do modelo

de regressão (Estágio 4), com o objetivo de averiguar se, durante o cálculo dos coeficientes de regressão e de previsão da variável dependente, os pressupostos da análise foram atendidos: linearidade do fenômeno medido, variância constante dos termos de erro, independência dos termos de erro e normalidade dos termos de erro.

A linearidade do fenômeno representa o grau em que uma variação na variável dependente é associada à variável independente e é facilmente avaliada por meios de gráficos de resíduos. No caso da regressão linear múltipla, o exame dos resíduos mostra os efeitos combinados de todas as variáveis independentes.

A variância constante dos termos de erro é chamada de homoscedasticidade e refere-se à suposição de que os níveis de variância da variável dependente ao longo do domínio das variáveis preditoras é igual ou constante. A verificação da suposição de homoscedasticidade pode ser feita por meio de representação gráfica entre os resíduos estudentizados e os valores dependentes previstos ou de testes estatísticos.

A independência dos termos de erro significa que cada valor previsto pelo modelo de regressão é independente, ou seja, não estão sequenciados com base em nenhum outro valor previsto. A verificação da independência pode ser realizada por meio de análise gráfica entre os resíduos e qualquer variável sequencial possível.

Por fim, a normalidade dos termos de erro pode ser verificada pela construção de histograma ou por meio de gráficos de probabilidade normal.

2.4.4 ESTIMAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO E AVALIAÇÃO DO AJUSTE GERAL DO MODELO

O Estágio 4 consiste de 3 tarefas básicas: seleção de um método para especificação do modelo de regressão a ser estimado, avaliação da significância estatística do modelo geral na previsão da variável resposta e determinação da existência ou não de observações que influenciem os resultados indevidamente.

Existem diversos tratamentos que podem ser empregados na busca do modelo de regressão mais adequado, tais como métodos de busca sequencial e processos combinatórios.

Na avaliação do ajuste do modelo, testa-se a hipótese de que o modelo de predição obtido a partir da amostra pode representar a população e não somente a amostra. Esta etapa pode ser feita por meio do cálculo do coeficiente de determinação ou pelo teste dos coeficientes. A significância global do modelo também pode ser avaliada através do teste F, o qual foi aplicado apenas no modelo linear simples.

O coeficiente de determinação R^2 pode ser interpretado, de modo sucinto, como a

capacidade do modelo de explicar as observações utilizadas e é expresso por:

$$R^2 = SQ_{exp}/SQ_{tot} = 1 - (SQ_{res}/SQ_{tot}) \quad (2.1)$$

$$SQ_{tot} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (2.2)$$

$$SQ_{exp} = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (2.3)$$

$$SQ_{res} = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (2.4)$$

, onde

$$SQ_{tot} = SQ_{exp} + SQ_{res} \quad (2.5)$$

SQ_{tot} é a soma total dos quadrados;

SQ_{exp} é a soma dos quadrados explicada;

SQ_{res} é a soma dos quadrados dos resíduos;

y_i é i-ésima observação da amostra;

\bar{y} é a média das observações e

\hat{y}_i

é o valor estimado de y_i .

Já os testes de significância dos coeficientes são utilizados para avaliar, empiricamente, se os impactos destes coeficientes são generalizáveis para outras amostras de uma mesma população. Usualmente, utiliza-se o teste t de significância do coeficiente individual, o qual foi aplicado apenas no modelo linear simples.

Por fim, a identificação de observações influentes, que são as que apresentam efeitos desproporcionais nos resultados da regressão, é importante para que se possa eliminar observações excepcionais e que não são representativas da amostra.

Neste trabalho foram empregados dois modelos de regressão: um modelo linear simples baseado em especificação confirmatória, no qual o pesquisador controla e testa todas as variáveis selecionadas e um método de regularização conhecido como Lasso (*least absolute shrinkage and selection operator*). O nível de significância adotado é de 5%.

2.4.4.1 MODELO LINEAR SIMPLES

Seja Y uma variável dada em função de uma variável x : considera-se que o valor esperado de Y , $E(Y)$, seja uma função linear de x em que para um valor fixo de x o valor de Y seja dado em função do valor médio mais um termo ϵ que representa o erro aleatório.

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon \quad (2.6)$$

, onde β_0 e β_1 são constantes.

Um modelo linear pode ser obtido por meio de regressão linear simples, com apenas uma variável regressora, ou linear múltipla para mais de uma variável regressora.

Na regressão linear simples, assumindo-se que a observação Y seja dada pela Equação 2.3, onde ϵ é um erro aleatório de média zero e variância desconhecida σ^2 , os erros aleatórios referentes a diferentes observações são considerados independentes ou não correlacionados. A estimação dos parâmetros β_0 e β_1 é obtida pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). A soma L dos quadrados dos desvios das observações em relação à verdadeira equação de regressão é dada por

$$L = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \quad (2.7)$$

O modelo de regressão linear múltipla um modelo de regressão com mais de um regressor, que pode ser generalizado pela expressão abaixo, com k variáveis regressoras:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon \quad (2.8)$$

Os parâmetros β_j , $j = 0, 1, 2, \dots, k$ são chamados de coeficientes de regressão e podem ser estimados através do MMQ. (HAIR et al., 2005)

Seja $n > k$ o número de observações disponíveis e x_{ij} a i -ésima observação da variável x_j ; a função objetivo é minimizar L , derivando-a em relação aos parâmetros betas.

$$L = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij})^2 \quad (2.9)$$

Neste estudo, portanto, utilizou-se regressão múltipla, ajustando-se um modelo no qual a variável resposta é dada pela combinação linear de todas as variáveis regressoras selecionadas a priori.

2.4.4.2 REGRESSÃO LASSO

Seja um modelo de regressão linear usual no qual $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$ são as variáveis regressoras ou independentes e y_i é a variável resposta ou dependente da i -ésima observação. O método de regressão de mínimos quadrados ordinários (MMQ) encontra a combinação linear dos x_{ij} que minimiza a soma dos quadrados residuais. No entanto, se o número de variáveis regressoras p é grande ou os coeficientes de regressão são altamente correlacionados, o MMQ pode render estimativas com variância que reduz a precisão da previsão. Um método amplamente utilizado para corrigir este problema é a *ridge regression* e a seleção de subconjunto. Como uma alternativa a estas técnicas, Robert Tibshirani (1996) apresentou o Lasso, um método de regularização que minimiza a soma residual quadrática, sujeita à soma dos valores absolutos dos coeficientes menor que uma constante.

$$\hat{\beta}^L = \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_j \beta_j x_{ij})^2 \quad (2.10)$$

Sujeita a

$$\sum_{j=1}^p |\hat{\beta}_j^L| \leq t \quad (2.11)$$

Onde:

N é o número de observações

Y_i é a resposta para a observação i

x_{ij} são os dados, um vetor de p valores para a observação i

β_0, β_j são parâmetros escalares e t é uma constante.

Se $t > \sum_{j=1}^p |\hat{\beta}_j|$, então a estimativa dada pelo algoritmo Lasso será a mesma dada pelo

Método dos Mínimos Quadrados. Entretanto, se $0 < t < \sum_{j=1}^p |\hat{\beta}_j|$, a Equação 2.6 pode ser reescrita da seguinte forma

$$(2.12) \quad \hat{\beta}^L = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_j \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_j |\beta_j|$$

, onde $\lambda > 0$.

A Equação 2.6 pode ser reescrita em notação matricial. Seja a soma dos quadrados dos erros, SQ_{res} , obtida pelo Método dos Mínimos Quadrados:

$$SQ_{res} = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j)^2 \quad (2.13)$$

Pode-se suprimir a necessidade de se escrever β_0 , adicionando-se um vetor coluna de valores 1 a X e aumentando-se o tamanho β em 1, escrever em forma matricial:

$$SQ_{res} = \|X\beta - y\|_2^2 \quad (2.14)$$

Cabe dizer que a única diferença entre a *ridge regression* e a técnica Lasso é que a penalidade aplicada para o primeiro método é quadrática (regularização L2) e a penalidade aplicada ao segundo método é linear (regularização L1). (HASTIE; TIBSHIRANI; FRIEDMAN, 2009)

A regularização L2 apresenta menor erro de previsão do que a regressão linear em uma variedade de cenários, possuindo melhor performance quando há um subconjunto de coeficientes pequenos ou nulos. Entretanto, a *ridge regression* nunca estabelece coeficientes exatamente nulos e, portanto, não é capaz de realizar seleção de variáveis em um modelo

linear. Por esta razão, se houver um grande número de variáveis regressoras, este método não torna a interpretação do modelo mais fácil. (HASTIE; TIBSHIRANI, FRIEDMAN, 2009)

$$\| X\beta - y \|_2^2 + \lambda \| \beta \|_2^2 \quad (5.15)$$

Na regularização L1 ou regressão Lasso, o parâmetro de ajuste λ , controla a intensidade da penalidade. Para $0 < \lambda < \infty$, há duas ideias principais: o ajuste do modelo linear de y em função de x e o encolhimento dos valores absolutos dos coeficientes. Porém, pela natureza da regularização L1, alguns coeficientes são reduzidos a zero.

$$\| X\beta - y \|_2^2 + \lambda \| \beta \|_1 \quad (5.16)$$

De acordo com Hastie et al. (2009), essa é a mais importante diferença entre estes dois métodos: a regressão Lasso consegue executar uma seleção de variáveis, limitando o tamanho dos coeficientes estimados. À medida em que o valor da penalidade aumenta, mais coeficientes são zerados, o que reduz o número de variáveis no modelo.

Em termos de redução de erro de previsão, o Lasso mostra-se competitivo com a *ridge regression* e possui uma grande vantagem no que diz respeito à interpretabilidade do modelo, haja vista que a mesma se torna mais simples com a eliminação de determinadas variáveis.

A utilização da técnica de regularização L1 é recomendada nos casos em que se deseja reduzir o número de variáveis regressoras do modelo, identificando-se quais são mais importantes, e realizar seleção de variáveis em um conjunto de variáveis redundantes. (MATHWORKS, 2016)

Na prática, a técnica penaliza coeficientes que possuam alta correlação entre si de acordo com seus valores absolutos por meio da minimização do erro quadrático, fazendo com que determinados coeficientes sejam zerados. (SCHMIDT, 2005)

O método, portanto, tem como objetivo, como previamente dito, a redução e/ou a nulidade de coeficientes, tentando manter os pontos positivos das duas técnicas padrão de otimização do MMQ: a *subset selection* e a *ridge regression*. Dessa maneira, a seleção de variáveis realizada é muito importante, haja vista que pode reduzir a dimensionalidade e a complexidade do modelo e os erros de *overfitting* ou ruídos de dados. (TIBSHIRANI, 1996)

2.4.5 INTERPRETAÇÃO DA VARIÁVEL ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO

Muitas vezes, além da previsão de valores, deseja-se explicar e avaliar o impacto de cada variável independente na variável dependente. O Estágio 5 consiste na interpretação da variável estatística de regressão, pela avaliação dos coeficientes de regressão estimados com base na sua explicação da variável dependente.

Em relação à avaliação da multicolinearidade, trata-se de um problema de dados e não de especificação do modelo e ocorre quando há forte correlação entre as variáveis independentes. Segundo Hair et al. (2005), uma possível ação corretiva para este problema é o uso de métodos mais sofisticados de análise, como a regressão *ridge*.

Conforme apresentado na Seção 5.1.4.2, o modelo de regressão Lasso é capaz de manter as vantagens da regressão *ridge*, além de proporcionar maior facilidade de interpretação do modelo, razão pela qual foi utilizado neste estudo.

2.4.6 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

O Estágio 6 trata, após identificação do melhor modelo de regressão, de garantir que tal modelo seja capaz de representar a população e seja adequado para uso em situações diferentes.

De acordo com Hair et al. (2005), uma das formas de se proceder com a avaliação é o uso de amostras adicionais ou particionadas. Dada a limitação da quantidade de observações coletadas, este estudo utilizou a divisão da amostra em uma subamostra para estimação do modelo e uma subamostra de validação para teste.

Para tanto, a amostra original foi particionada em 75-25, 75% dos dados para a primeira subamostra (estimação) e 25% dos dados para a segunda (validação). Considerando-se que a amostra inicial possui 59 observações mensais, compreendendo o período de março de 2012 a janeiro de 2017, a subamostra de estimação é composta por 44 observações e a subamostra de validação é composta por 15 observações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Primeiramente, o trabalho apresenta algumas estatísticas descritivas, conforme Tabela 6, e, posteriormente, gráficos de dispersão entre as variáveis, identificando aquelas que estão mais fortemente correlacionadas.

Observa-se que as variáveis compõem um recorte de diversas séries temporais com diferentes unidades métricas, metodologia comum em estudos econométricos.

Tabela 6 – Estatísticas descritivas

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Inad	3,66	5,50	4,42	0,62
Rend	1935,67	2095,64	2029,27	52,92
Selic	0,49	1,18	0,80	0,18
PIB	382576,20	518666,10	458060,74	37929,44
Des	6,20	8,90	7,33	0,68
Cred	122116	183452	149895,89	15076,68
Cam	1,7947	3,9058	2,4178	0,5145
Spr	20,14	27,56	23,13	2,08
Infl	0,01	1,32	0,56	0,29
End	42,45	46,39	44,96	1,13

Fonte: Elaborado pelo autor no IBM SPSS

A seguir, o Gráfico 2 apresenta os gráficos de dispersão entre as variáveis independentes que apresentaram relação de linearidade com a variável resposta.

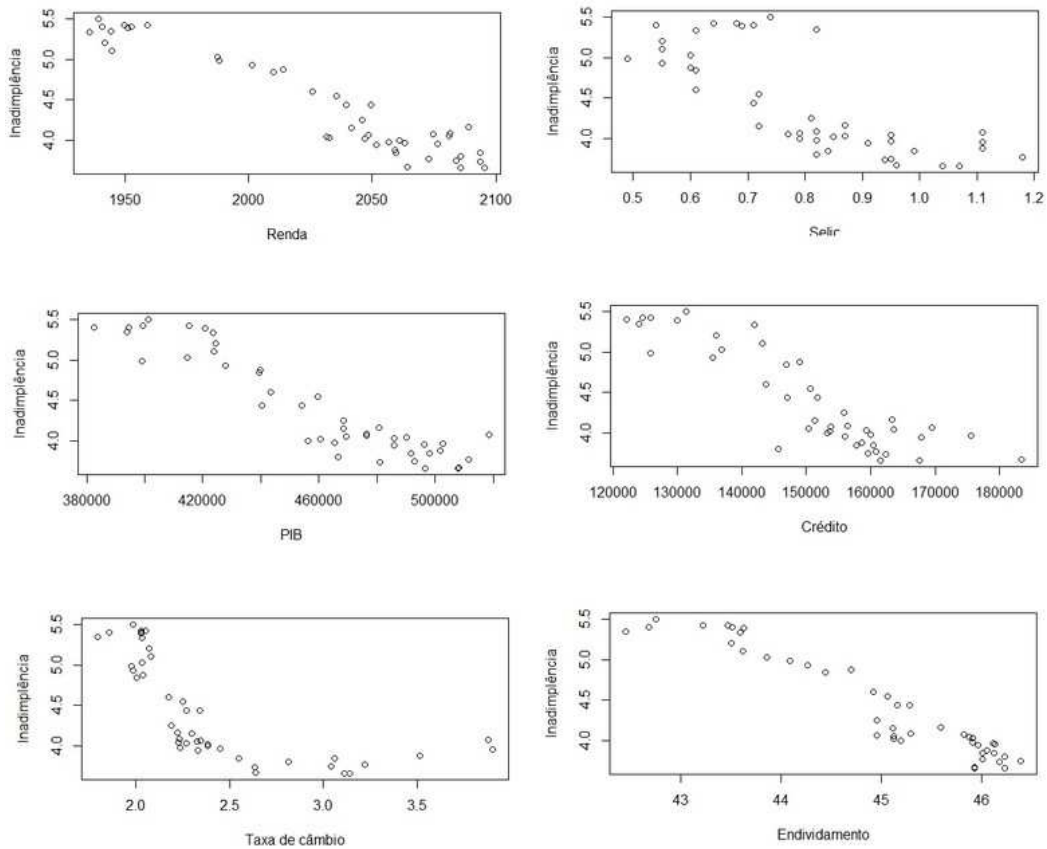


Gráfico 2 – Gráficos de dispersão entre as variáveis independentes e dependente com relação linear
 Fonte: Elaborado pelo autor no RStudio

No Gráfico 3, são apresentadas as 3 variáveis independentes que possuem pouca ou nenhuma relação de linearidade com a variável dependente: desemprego, *spread* e inflação. Por esta razão, e por não apresentarem um padrão que permita conseguir linearidade por meio da transformação de dados, essas variáveis não integrarão as etapas seguintes.

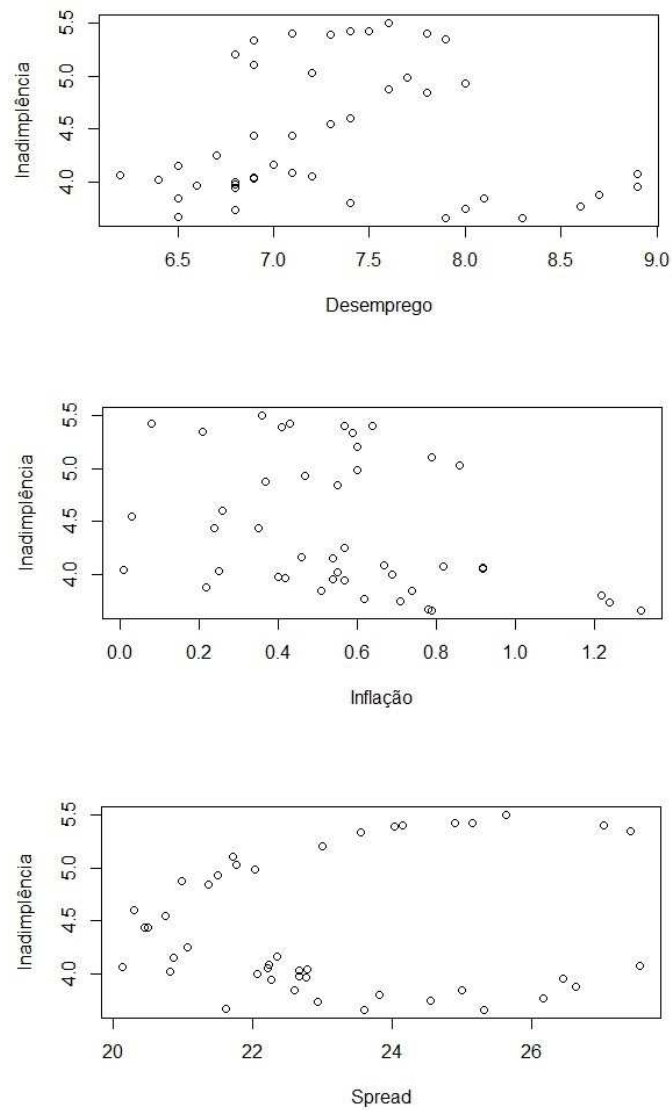


Gráfico 3 – Gráficos de dispersão entre as variáveis independentes e dependente com pouca ou nenhuma relação linear

Fonte: Elaborado pelo autor no RStudio

A Tabela 7 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis utilizadas no estudo. Observa-se que há forte correlação negativa entre as variáveis explicativas e a variável resposta e forte correlação positiva entre as variáveis independentes.

Tabela 7 – Matriz de correlações entre as variáveis

	Inad	Rend	Selic	PIB	Cred	Cam	End
Inad	1,000	-0,952	-0,771	-0,930	-0,887	-0,682	-0,957
Rend		1,000	0,718	0,880	0,813	0,670	0,932
Selic			1,000	0,834	0,683	0,830	0,723
PIB				1,000	0,912	0,762	0,932
Cred					1,000	0,520	0,864
Cam						1,000	0,701
End							1,000

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do IBM SPSS

Diante da multicolinearidade observada, conforme anteriormente abordado, uma das possíveis ações corretivas é o uso de uma regressão *ridge*. Especificamente, neste estudo, optou-se pelo emprego do método de regularização Lasso, o qual deriva da regressão *ridge*.

3.2 AJUSTE DOS MODELOS

Primeiramente, foi feito o ajuste do modelo linear, contemplando todas as variáveis selecionadas como componentes do modelo empírico proposto. Tal ajuste faz-se necessário para que se conheça o poder de explicação do modelo e como cada variável se comporta no conjunto.

As Tabelas 8 e 9 apresentam os coeficientes de regressão obtidos para o modelo linear simples e para o Lasso, respectivamente. Por demandar um estudo mais aprofundado, na Tabela 9 não foram apresentados testes de significância para o modelo de regularização Lasso.

O Lasso realiza a seleção automática de variáveis e o encolhimento ou redução dos parâmetros. Seu propósito é, pois, anular determinadas variáveis, estabelecendo seus coeficientes como zeros, penalizando fontes de ruído de informação: a seleção de variáveis baseada nas correlações com a variável resposta e as estimativas do método dos mínimos quadrados comum.

Como esperado, a regressão Lasso foi capaz de simplificar o modelo com a eliminação de duas variáveis: taxa de câmbio e PIB.

Tabela 8 – Coeficientes de regressão no modelo linear simples

Variável	Coeficiente	Valor t	Pr (> t)	Valor F	Pr (> F)
Intercepto	24,483	14,535	$< 2 \times 10^{-16}$		
Rend	$-4,847 \times 10^{-3}$	-4,498	$6,57 \times 10^{-5}$	860,617	$< 2,2 \times 10^{-16}$
Selic	-0,509	-1,959	0,0577	14,924	0,0004
PIB	$6,623 \times 10^{-7}$	0,242	0,8101	21,094	$4,926 \times 10^{-5}$
Cred	$-8,064 \times 10^{-6}$	-1,844	0,0732	7,027	0,0117
Cam	0,050	0,546	0,5885	0,005	0,9412
End	-0,201	-2,909	0,0061	8,462	0,0061

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

Para um nível de significância de 5%, são consideradas significantes, portanto, apenas as variáveis renda e endividamento.

Em relação ao teste F de significância global, obteve-se p-valor igual a $2,2 \times 10^{-16}$ para uma estatística F igual a 152, portanto, o modelo apresentou-se significativo.

Tabela 9 – Coeficientes de regressão no Lasso

Variável	Coeficiente
Intercepto	23,696
Rend	$-4,886 \times 10^{-3}$
Selic	-0,344
PIB	-
Cred	$-8,219 \times 10^{-6}$
Cam	-
End	-0,175

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

As variáveis de maior peso para o modelo linear simples são, portanto, a renda média habitual do pessoal ocupado e o endividamento das famílias. No modelo Lasso, as variáveis PIB e taxa de câmbio foram consideradas não importantes. Tal fato constitui uma vantagem do Lasso em relação ao outro modelo, dado que um menor número de variáveis independentes, além de simplificar a interpretação do modelo, aumenta a sua capacidade de predição, conferindo-lhe menor sensibilidade ou variância.

Os Anexos I e II mostram, respectivamente, as previsões feitas pelo modelo e os erros em relação às observações reais da variável resposta. Neste caso, o erro médio quadrático encontrado foi de aproximadamente 0,015 para os dois modelos.

Os Gráficos 4 e 5 apresentam a dispersão entre os valores observados no eixo X e os valores previstos no eixo Y, nos quais o coeficiente de determinação é aproximadamente

$R^2 = 0,960$ para ambos, indicando, portanto, a suposição de linearidade.

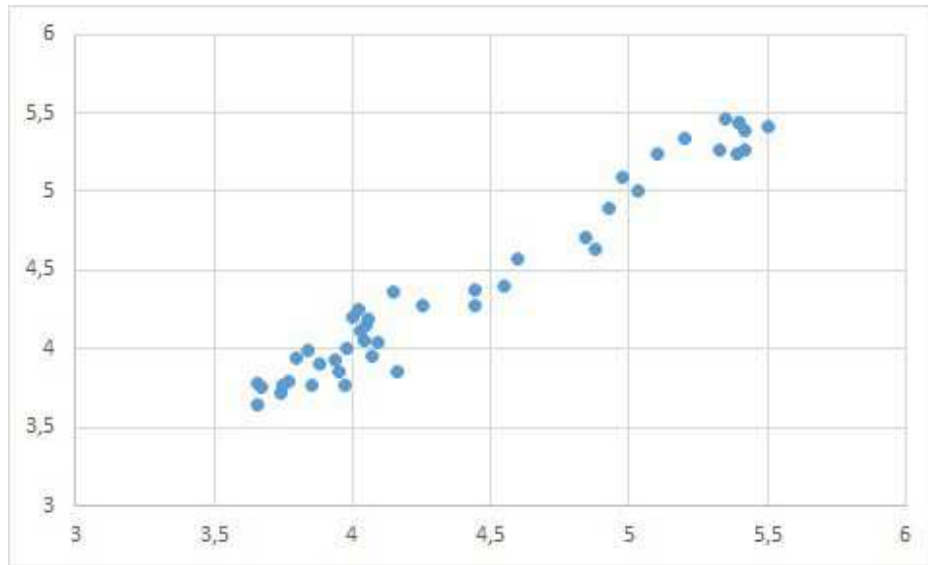


Gráfico 4 – Gráfico de dispersão entre valores observados e valores previstos no modelo linear
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

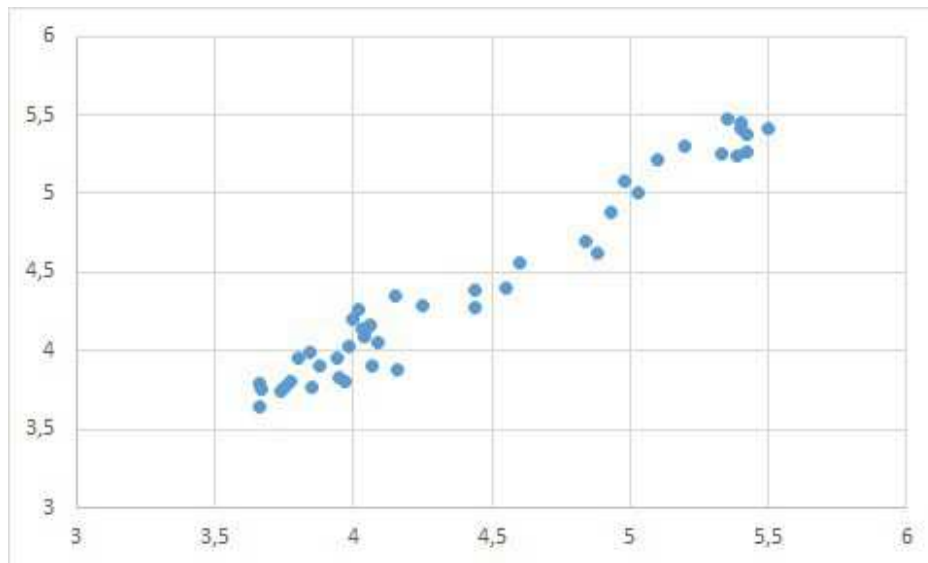


Gráfico 4 – Gráfico de dispersão entre valores observados e valores previstos no modelo Lasso
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

Os Gráficos 6 e 7 mostram a dispersão entre os valores previstos ou ajustados no eixo X e os resíduos padronizados no eixo Y:

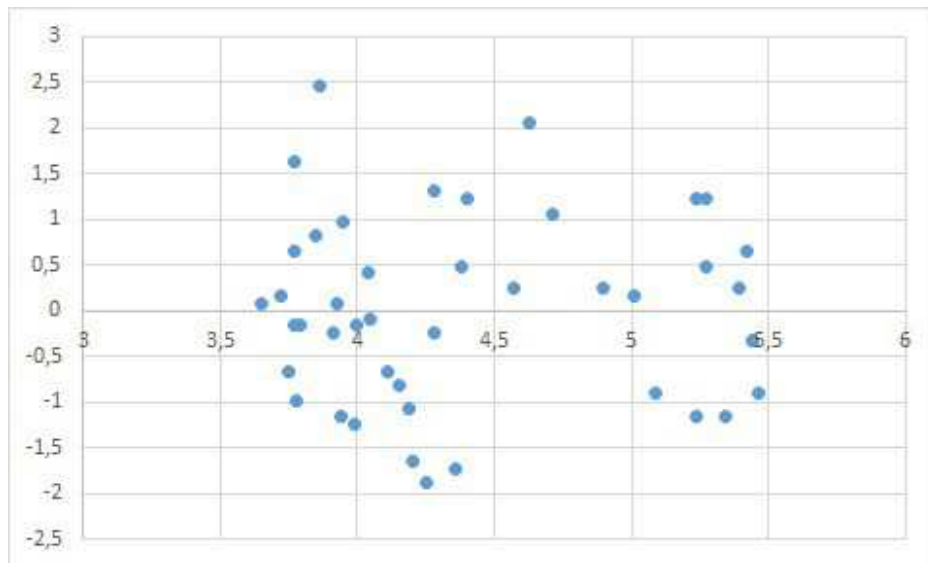


Gráfico 6 – Gráfico de dispersão entre valores previstos e resíduos padronizados no modelo linear simples
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

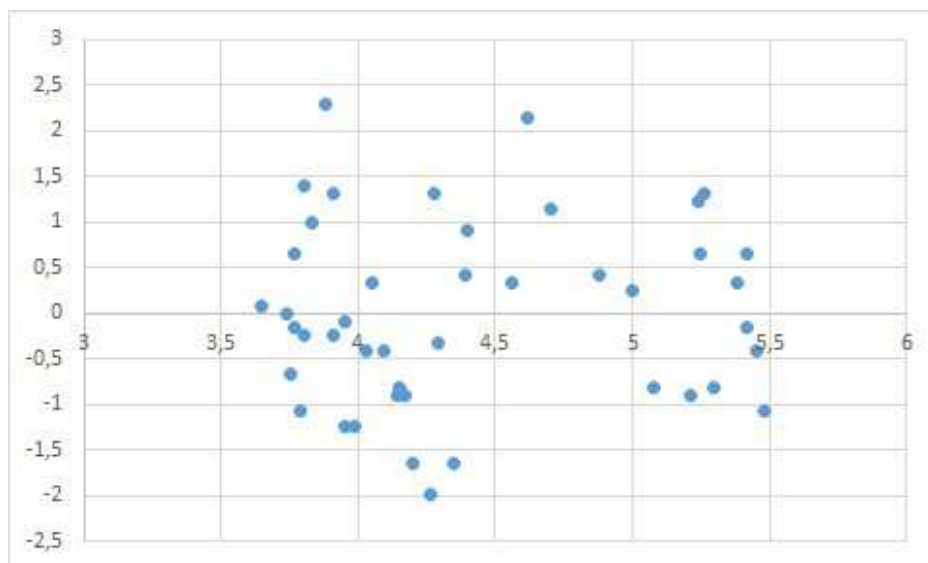


Gráfico 7 – Gráfico de dispersão entre valores previstos e resíduos padronizados no modelo Lasso
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

Observa-se que os pontos apresentam uma distribuição aleatória em torno do eixo nulo, sem um padrão específico de distribuição e, portanto, pode-se inferir que não há heteroscedasticidade significativa. A grande semelhança entre os dois gráficos indica desempenho muito semelhante dos dois modelos na previsão de valores para a subamostra de estimação.

Os Gráficos 8 e 9 apresentam a dispersão dos resíduos em relação ao tempo. É possível verificar que há aleatoriedade de dispersão nos dois modelos ajustados, ou seja, não existe um

padrão, indicando, portanto, independência entre os termos de erro.

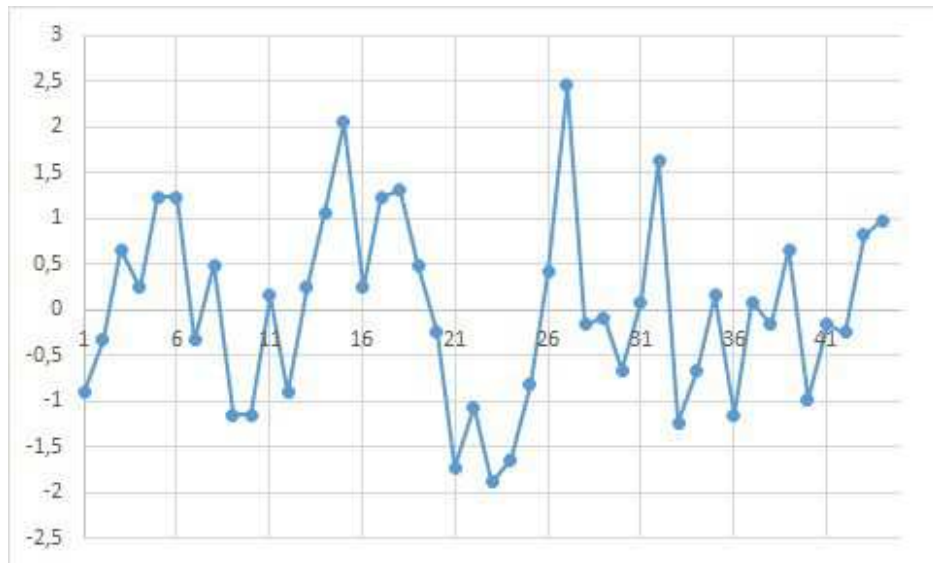


Gráfico 8 – Gráfico de resíduos padronizados em função do tempo - Modelo linear simples
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

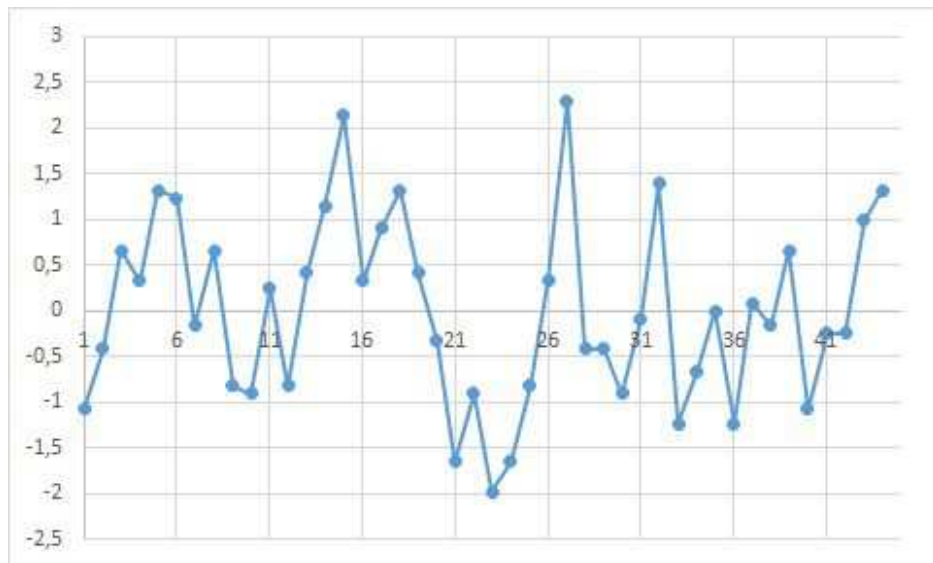


Gráfico 9 – Gráfico de resíduos padronizados em função do tempo - Modelo Lasso
Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

Em relação à normalidade dos resíduos, o histograma dos Gráficos 10 e 11 mostram que esta suposição foi atendida. Quanto mais próximas as frequências dos resíduos estão da curva de distribuição normal, mais próxima da distribuição normal é a distribuição dos resíduos, portanto, é possível dizer que há indícios de normalidade da distribuição dos resíduos nos dois casos.

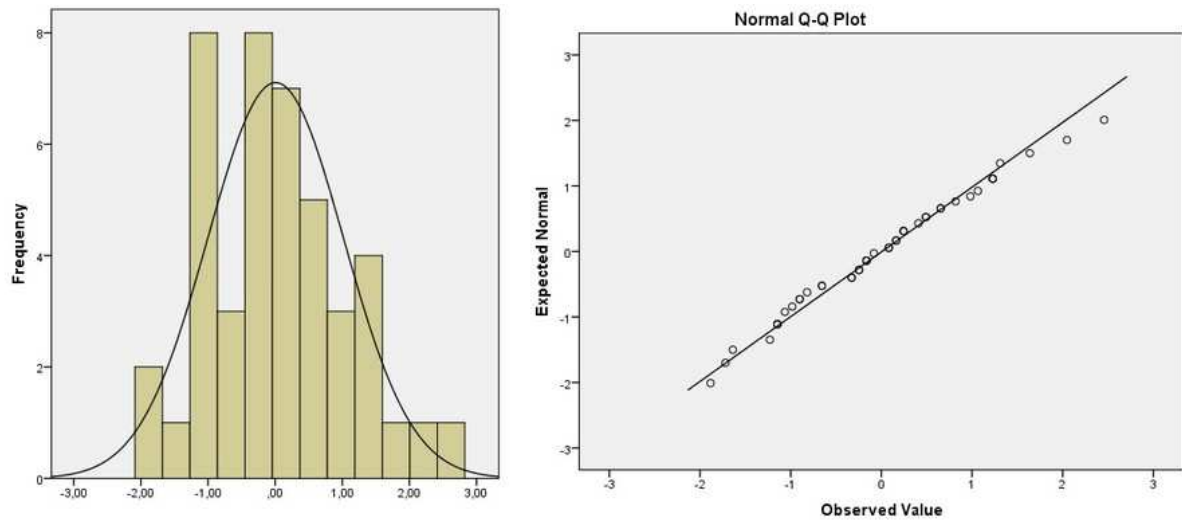


Gráfico 10 – Histograma de resíduos padronizados e gráfico Q-Q normal - Modelo linear simples
Fonte: Elaborado pelo autor no IBM SPSS

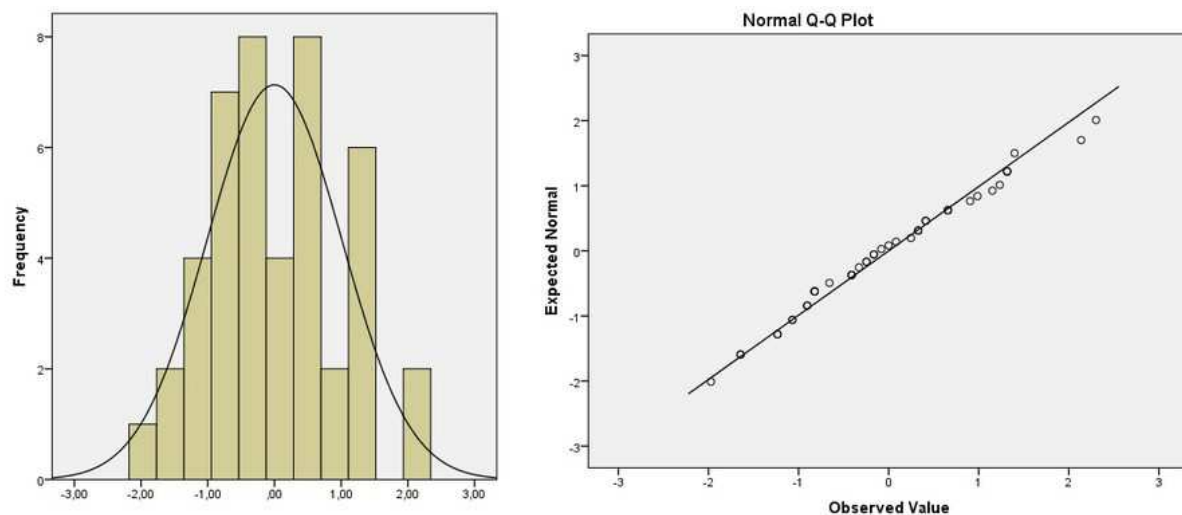


Gráfico 11 – Histograma de resíduos padronizados e gráfico Q-Q normal - Modelo Lasso
Fonte: Elaborado pelo autor no IBM SPSS

Em resumo, a análise de resíduos do modelo linear simples e do modelo Lasso atendeu as suposições de linearidade, independência dos termos de erro e normalidade e homoscedasticidade.

Dada a semelhança de desempenho entre os dois modelos, optou-se pelo uso da previsão de valores na subamostra de validação como critério de seleção do mais adequado, por meio da análise do erro médio quadrático.

Os Anexos III e IV apresentam os valores ajustados para as observações componentes da subamostra de validação pelos modelos linear simples e Lasso, respectivamente.

O erro quadrático médio calculado para o primeiro modelo foi de 0,113, ao passo

que para o segundo modelo foi de 0,071. Portanto, o melhor modelo analisado é o Lasso, cujas relações lineares são dadas pela Equação 3.1.

$$\text{Inad} = -4,89 \times 10^{-3} \text{Rend} - 0,17 \text{End} - 8,22 \times 10^{-6} \text{Cred} - 0,34 \text{Selic} + 23,7 \quad (3.1)$$

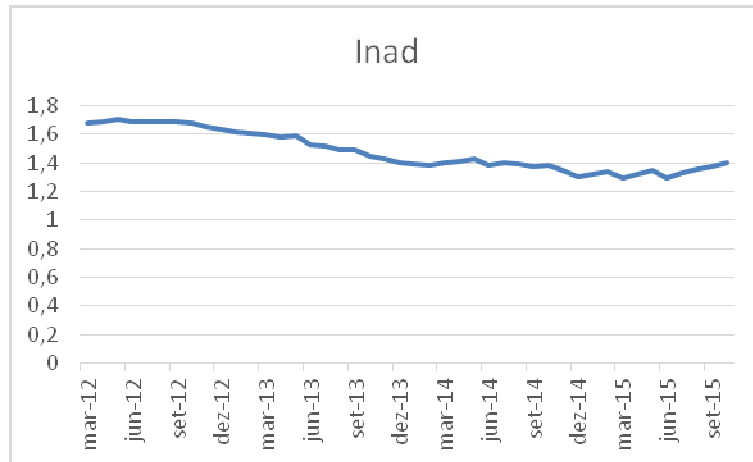
Conforme mostra o Gráfico 5, as variáveis mais importantes para o modelo, em ordem decrescente, são: a renda, o endividamento, o crédito e a taxa de juros Selic.

Considerando todas as variáveis independentes constantes, com exceção da variável cujo impacto na variável resposta quer ser mensurado, observou-se que um aumento de R\$ 100,00 na renda média real habitual do pessoal ocupado proporciona uma redução de 0,49% no índice de inadimplência da carteira de crédito a pessoas físicas; um aumento de 1% no endividamento familiar proporciona uma redução de 0,17%; um aumento de 1 bilhão de reais no volume de crédito concedido é acompanhado por uma redução insignificativa no total de créditos em inadimplemento e um aumento de 1% na variação mensal da taxa Selic produz uma redução de 0,34%.

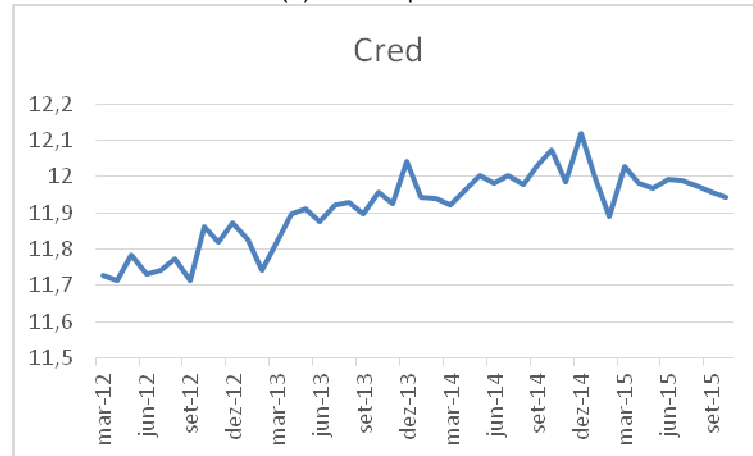
Segundo Hoggarth et al. (2005 apud Linardi, 2008), é esperada uma redução na inadimplência pela melhoria da qualidade do crédito proporcionada pelo aumento da renda média dos trabalhadores. De fato, as famílias de baixa renda possuem maior dificuldade em administrar o orçamento, tornando-se mais vulneráveis à inadimplência.

O aumento do percentual de renda familiar comprometido por dívidas com instituições financeiras e expansão do volume de crédito concedido podem ser interpretados de maneira conjunta como ocorrências de um período de aquecimento econômico, dando indícios de subestimação do risco de crédito pelos credores, ou seja, a princípio as condições econômicas favoráveis propiciam a expansão da carteira de crédito acompanhada por uma queda da inadimplência. O aumento do endividamento familiar observado nesse intervalo de tempo, deve-se principalmente à expansão do crédito imobiliário, que, por sua vez, possui um histórico relativamente baixo de contratos em inadimplemento. O Gráfico 12 ilustra a evolução temporal das variáveis inadimplência, concessões de crédito e endividamento das famílias, apresentando no eixo y o logaritmo natural das observações mensais

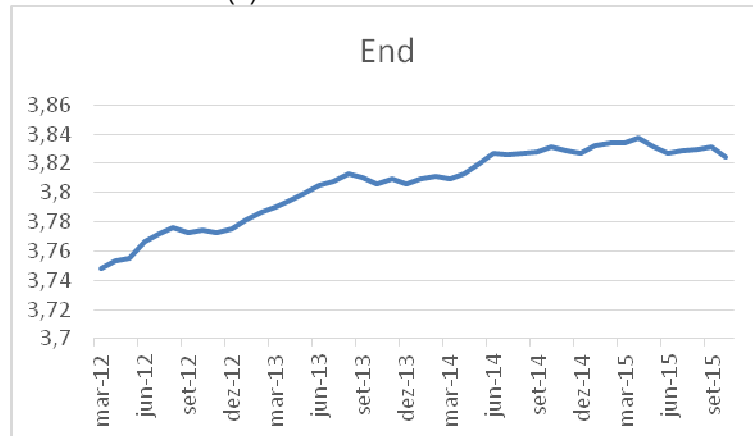
Em relação a taxa Selic, verificou-se uma correlação negativa com a inadimplência, em oposição à expectativa teórica. Normalmente, o efeito do aumento da taxa Selic é indireto e mais lento em relação aos tomadores de crédito e, no curto prazo e em condições de expansão econômica, não é suficiente para reduzir o consumo. Dado o efeito cumulativo e defasado da taxa de juros, não se observou o aumento da inadimplência da carteira no mesmo período. Outra possível hipótese é de que o aumento desta taxa não apresentou grande impacto nas taxas de juros praticadas pelas instituições financeiras, haja vista que tais taxas já são muito superiores.



(a) Inadimplência



(b) Concessões de crédito



(c) Endividamento das famílias

Gráfico 12 – Relação entre inadimplência, crédito e endividamento
 Fonte: Elaborado pelo autor no Excel

4. CONCLUSÕES

Conclui-se com este trabalho que, de fato, é importante estudar e observar as relações econômicas que compõem a dinâmica do cenário nacional, uma vez percebida a inter-relação entre os diversos setores da sociedade.

Em relação à metodologia utilizada, concluiu-se que o método de regularização Lasso se mostrou mais acurado do que o modelo baseado em uma abordagem confirmatória composto por todas as variáveis selecionadas, sendo capaz de simplificar o modelo e atuar sobre o problema da alta correlação entre as variáveis explicativas.

Em uma visão mais objetiva, o estudo foi capaz de identificar e selecionar variáveis explicativas, indicando que a inadimplência de pessoas físicas está correlacionada a fatores macroeconômicos, a indicadores de atividade econômica, ao endividamento das famílias e, também, às práticas do mercado financeiro. Especificamente, encontraram-se como fatores de maior influência na inadimplência de pessoas físicas no mercado de crédito brasileiro a renda média real habitual do pessoal ocupado, o endividamento das famílias e a taxa mensal Selic.

As três variáveis explicativas supracitadas apresentaram correlação negativa com a inadimplência da carteira de crédito. De 2012 a 2014 a inflação acumulada anual se manteve relativamente estável e, em conjunto com a política de valorização do salário mínimo, em vigor desde 2008, possibilitou o crescimento do rendimento médio da população ocupada e, conseqüentemente, melhorou a qualidade do crédito. (BANCO CENTRAL, 2015)

O setor financeiro, na contramão do declínio econômico deflagrado em meados de 2014, conseguiu manter-se em expansão, aumentando o volume de concessão de crédito nesse período. Em parte, tal expansão pode ser associada ao menor rigor nas concessões de empréstimos e financiamentos, o que remete ao aumento do endividamento das famílias, conforme abordagem feita por Linardi (2008).

Por fim, conclui-se que o trabalho atingiu seu principal objetivo, sendo capaz de apontar as relações de maior impacto no índice de inadimplência da carteira de crédito e fazendo um recorte de um momento da economia brasileira.

Ressaltam-se, porém, as limitações encontradas durante o desenvolvimento do estudo, principalmente em relação ao curto período de tempo dos dados observados disponíveis para a construção dos modelos, o que não permitiu que o modelo selecionado pudesse ser

generalizado.

Para estudos futuros, sugere-se a utilização de séries temporais maiores e a inclusão de novas variáveis explicativas que se façam pertinentes.

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Circular Nº 1.273**. Brasília, 1987. Institui a obrigatoriedade do Plano Contábil das Instituições Financeiras do SFN. Acesso em 13 Maio 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/1987/pdf/circ_1273_v1_o.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução Nº 2682**: Dispõe sobre critérios de classificação das operações de crédito e regras para constituição de provisão para créditos de liquidação duvidosa. Brasília, 1999. Acesso em 09 Ago. 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/1999/pdf/res_2682_v2_L.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução Nº 3.380**: Dispõe sobre a implementação de estrutura de gerenciamento do risco operacional. Brasília, 2006. Acesso em 07 Maio 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/48239/Res_3380_v3_P.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução Nº 3.464**: Dispõe sobre a implementação de estrutura de gerenciamento do risco de mercado. Brasília, 2007. Acesso em 03 Maio 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/48085/Res_3464_v3_P.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução Nº 3.721**: Dispõe sobre a implementação de estrutura de gerenciamento do risco de crédito. Brasília, 2009. Acesso em 07 Maio 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/47611/Res_3721_v2_P.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução Nº 4.090**: Dispõe sobre a estrutura de gerenciamento do risco de liquidez. Brasília, 2012. Acesso em 03 Maio 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2012/pdf/res_4090_v1_O.pdf>.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarmetadados/consultarMetadadosSeries.do?method=consultarMetadadosSeriesInternet&hdOidSerieSelecionada=21084>>.

BARTH, Nelson Lerner. **Inadimplência**: Construção de modelos de previsão. São Paulo: Nobel, 2004.

BBC BRASIL. **Como os bancos latino-americanos continuam lucrando muito, apesar da crise**. 2015. Acesso em 06 Ago. 2016. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/09/150919_bancos_lucros_tg>.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Da Crise Fiscal à Redução da Dívida. **Dívida Externa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, p. 16 – 46, Novembro 1988. Acesso em 31 Jul. 2016. Disponível em: <<http://bresserpereira.org.br/papers/1988/97aDaCriseFiscalAReducacaoDaDivida.pdf>>.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. A crise financeira de 2008: Crise e recuperação da confiança. **Revista de Economia Política**, v. 29, n. 1, p. 133 – 134, Março 2009. Acesso em 23 Jul. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v29n1/08.pdf>>.

BUCUR, Iulia Andreea.; DRAGOMIRESCU, Simona Elena. The Influence of Macroeconomic Conditions on Credit Risk: Case of Romanian Banking System. **Studies and Scientific Researches. Economics Edition**, n. 19, p. 84 – 95, 2014.

CAMARGO, Patrícia Olga. **A Evolução Recente do Setor Bancário no Brasil**. São Paulo: UNESP, 2009. Acesso em 19 Jul. 2016. Disponível em: <<http://static.scielo.org/scielobooks/hn9cv/pdf/camargo-9788579830396.pdf>>.

CARVALHO, Carlos Eduardo. O fracasso do Plano Collor: erros de execução ou de concepção? **EconomiA**, Niterói, v. 4, n. 2, p. 283 – 331, Dezembro 2003. Acesso em 09 Ago. 2016. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/revista/vol4/v4n2p283_331.pdf>.

CASTRO, Vitor. Macroeconomic determinants of the credit risk in the banking system: The case of the GIPSI. **Universidade do Minho - Núcleo de Investigações em Políticas Econômicas: Working Paper Series**, n. 11, 2012.

COMMITTEE OF EUROPEAN BANKING SUPERVISORS. **Consultation Paper: Application of the Supervisory Review Process under Pillar 2**. 2005. Acesso em 07 Maio 2016. Disponível em: <<https://www.eba.europa.eu/documents/10180/37070/CP03-second1.pdf>>.

CORREA, Arnildo da Silva. et al. Credit Default and Business Cycles: An Empirical Investigation of Brazilian Retail Loans. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, n. 3, p. 337 – 362, Julho 2014.

CUSINATO, Rafael Tiecher.; MINELLA, André; PÔRTO JÚNIOR, Sabino da Silva. Hiato do Produto e PIB no Brasil: uma Análise de Dados em Tempo Real. **Trabalhos para Discussão**, Brasília, n. 203, p. 1 – 66, Abril 2010. ISSN 1519-1028. Acesso em 15 Out. 2016. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/wps203.pdf>>. Acesso em: 15/10/2016.

CYSNE, Rubens Penha.; COSTA, Sérgio Gustavo Silveira da. Reflexos do Plano Real sobre o sistema bancário brasileiro. **Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas**, Rio de Janeiro, n. 279, Junho 1996. ISSN 01048910.

ERCOLIN, Tiago Mayoral. **Evolução da estrutura de mercado bancário e de crédito do Brasil no período de 2001 a 2007**. 2009. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, acesso em 19 Jul. 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-25022010-170207/pt-br.php>>.

FARHI, Maryse. et al. A crise financeira de 2008: A crise e os desafios para a nova arquitetura financeira internacional. **Revista de Economia Política**, v. 29, n. 1, p.135–138, Março 2009. Acesso em 23 Jul. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v29n1/08.pdf>>.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Pesquisa FEBRABAN de tecnologia bancária 2014**. 2014. Acesso em 31 Jul. 2016. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/PesquisaFEBRABANdeTecnologiaBancária-2014\(2\).pdf](http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/PesquisaFEBRABANdeTecnologiaBancária-2014(2).pdf)>.

FUCIDJI, José Ricardo. PRINCE, Diogo de. Determinantes do crédito bancário: uma análise com dados em painel para as maiores instituições. **Análise Econômica**, Porto

Alegre, v. 27, n. 52, p. 233 – 251, Setembro 2009.

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. Tradução: Adonai Schlup Sant’Anna e Anselmo ChavesNeto.

HASTIE, Trevor. TIBSHIRANI, Robert.; FRIEDMAM, Jerome. **The Elements of Statistical Learning: Data mining, Inference and Prediction**. 2 ed. [S.I.]: Springer, 2009.

HOFFMANN, Rodolfo. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. Piracicaba: [s.n.], 2016. (Portal de Livros Abertos da USP). Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/48616>>.

JORION, Philippe. **Financial Risk Manager Handbook**. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

JORION, Philippe. **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

LIMA, Fabiano Guasti. **Análise de Riscos**. São Paulo: Atlas, 2015.

LINARDI, Fernando de Menezes. **Avaliação dos determinantes macroeconômicos da inadimplência bancária no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, acesso em 10 Ago. 2016. Disponível em: <https://www.cedeplar.ufmg.br/economia/dissertacoes/2008/Fernando_Linardi.pdf>.

MARTELANC, Roy; GHANI, Alan Nader Ackel. Crises de crédito: causas e medidas mitigadoras. **Revista FACEF Pesquisa**, v. 11, n. 3, p. 301 – 321, Setembro 2008. Acesso em 31 Jul. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/article/view/125/189>>.

MATHWORKS. **Lasso and Elastic Net**. 2016. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/stats/lasso-and-elastic-net.html?s_tid=gn_loc_drop>. Acesso em: 16/12/2016.

MONTICELLI, Rodrigo. **Taxas de juros, crédito e inadimplência**. 2003. Monografia (Ciências Econômicas) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, acesso em 23 Fev. 2017. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/103935/000379351.pdf?sequence=1>>.

MORDECKI, Ernesto; PENA, Alejandro; SOSA, Andrés. **Exchange Credit Risk: Measurement and Implications on the Stability of Partially Dollarized Financial Systems**. 2012. Disponível em: <<http://www.bcu.gub.uy/Comunicaciones/JornadasdeEconomia/iees03j3271112.pdf>>.

REVISTA EXAME. **Brasil abre 2016 com recorde de 59 milhões de inadimplentes**. 2016. Acesso em 19 Jul. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/brasil-abre-2016-com-recorde-de-59-milhoes-de-inadimplentes-diz-serasa-experian>>.

REVISTA EXAME. **Crise de crédito no Brasil tende a se aprofundar, diz Fitch**. 2016. Acesso em 23 Jul. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/crise-de-credito-no-brasil-tende-a-se-aprofundar-diz-fitch>>.

REVISTA EXAME. **Inadimplência vai impactar resultado de bancos, diz BC**. 2016. Acesso em 27 Abril 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/inadimplencia-vai-impactar-resultado-de-bancos-diz-bc>>.

RIBEIRO, Rodrigo Fernandes. LARA, Ricardo. O endividamento da classe trabalhadora no Brasil e o capitalismo manipulatório. **Serviço Social & Sociedade**, n. 126, p. 340 – 359, Maio 2016.

RUBERTO, Isabel Von Grafen. et al. A Influência dos Fatores Macroeconômicos sobre o Endividamento das Famílias Brasileiras no Período 2005 – 2012. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n. 37, p. 58 – 77, Janeiro 2013.

SAGNER, Andres. El Influj o de Cartera Vencida como Medida de Riesgo de Credito: Analisis y Aplicacion al Caso de Chile. **Revista de Análisis Económico**, v. 27, n. 1, p. 27 – 54, Abril 2012.

SAUNDERS, Anthony; ALLEN, Linda. **Credit Risk Measurement: New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.

SBICCA, Adriana; FLORIANI, Vinícius; JUK, Yohanna. Expansão do crédito no Brasil e a vulnerabilidade do consumidor. **Revista Economia & Tecnologia**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 5 – 16, Dezembro 2012.

SCHMIDT, Mark. **Least Squares Optimization with L1-Norm Regularization**. 2005. The University of British Columbia Website. Disponível em: <https://www.cs.ubc.ca/~schmidtm/Documents/2005_Notes_Lasso.pdf>. Acesso em: 19/11/2016.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural Ltda., 1997. Acesso em 11 Jul. 2016. Tradução de Maria Sílvia Possas. Disponível em: <http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/>.

SERASA EXPERIAN. **Nascimento de Empresas - Número de novas empresas bate recorde histórico e totaliza mais de um milhão no semestre, revela Serasa Experian**. 2016. Disponível em: <<http://noticias.serasaexperian.com.br/numero-de-novas-empresas-bate-recorde-historico-e-totaliza-mais-de-um-milhao-no-semester-revela-serasa-experian/>>. Acesso em: 20/02/2017.

SILVA, José Pereira da. **Gestão e análise de risco de crédito**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SOUZA, Gustavo José de Guimarães e.; FEIJÓ, Carmem Aparecida do Valle Costa. **O Processo Interativo entre a Dinâmica Macroeconômica e os Bancos**: Uma Perspectiva acerca do Risco de Crédito além do Spread. Recife: [s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A099.pdf>>. Acesso em: 15/10/2016.

TANASKOVIC, Svetozar; JANDRIC, Maja. Macroeconomic and Institutional Determinants of Non-performing Loans. **Journal of Central Banking Theory and Practice**, n. 1, p. 47 – 62, 2015.

TIBSHIRANI, Robert. Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 58, n. 1, p. 267 – 288, 1996.

Acesso em 16 Nov. 2016. Disponível em: <<http://statweb.stanford.edu/~tibs/lasso/lasso.pdf>>.

TSURU, Sergio Kazuo.; CENTA, Sergio Alexandre. **Crédito no varejo - Pessoas físicas e jurídicas**. 2. ed. Curitiba: Ibpe, 2009.

YONEKURA, Sandra Yuri. Globalização financeira: aspectos positivos e negativos. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, v. 9, n. 263, Março 2004. Acesso em 10 Abril 2016. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/5006/globalizacao-financeira-aspectos-positivos-e-negativos>>.

ZANINI, Francisco Antônio Mesquita.; FIGUEIREDO, Antônio Carlos. As Teorias de Carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/1995 e junho/2000. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 38 – 64, 2005. Acesso em 13 Jul. 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1954/195416193003.pdf>>.

ANEXOS

ANEXO I - Valores previstos para a subamostra de estimação - Modelo linear simples

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
5,35	5,46	-0,11	0,0121
5,40	5,44	-0,04	0,0016
5,50	5,42	0,08	0,0064
5,42	5,39	0,03	0,0009
5,42	5,27	0,15	0,0225
5,39	5,24	0,15	0,0225
5,40	5,44	-0,04	0,0016
5,33	5,27	0,06	0,0036
5,20	5,34	-0,14	0,0196
5,10	5,24	-0,14	0,0196
5,03	5,01	0,02	0,0004
4,98	5,09	-0,11	0,0121
4,93	4,90	0,03	0,0009
4,84	4,71	0,13	0,0169
4,88	4,63	0,25	0,0625
4,60	4,57	0,03	0,0009
4,55	4,40	0,15	0,0225
4,44	4,28	0,16	0,0256
4,44	4,38	0,06	0,0036
4,25	4,28	-0,03	0,0009
4,15	4,36	-0,21	0,0441
4,06	4,19	-0,13	0,0169
4,02	4,25	-0,23	0,0529
4,00	4,20	-0,20	0,0400
4,05	4,15	-0,10	0,0100
4,09	4,04	0,05	0,0025
4,16	3,86	0,30	0,0900

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
3,98	4,00	-0,02	0,0004
4,04	4,05	-0,01	0,0001
4,03	4,11	-0,08	0,0064
3,94	3,93	0,01	0,0001
3,97	3,77	0,20	0,0400
3,84	3,99	-0,15	0,0225
3,67	3,75	-0,08	0,0064
3,74	3,72	0,02	0,0004
3,80	3,94	-0,14	0,0196
3,66	3,65	0,01	0,0001
3,75	3,77	-0,02	0,0004
3,85	3,77	0,08	0,0064
3,66	3,78	-0,12	0,0144
3,77	3,79	-0,02	0,0004
3,88	3,91	-0,03	0,0009
3,95	3,85	0,10	0,0100
4,07	3,95	0,12	0,0144
			$SQ_{res} = 0,656$

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

ANEXO II - Valores previstos para a subamostra de estimação - Modelo Lasso

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
5,35	5,48	-0,13	0,0169
5,40	5,45	-0,05	0,0025
5,50	5,42	0,08	0,0064
5,42	5,38	0,04	0,0016
5,42	5,26	0,16	0,0256
5,39	5,24	0,15	0,0225
5,40	5,42	-0,02	0,0004

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
5,33	5,25	0,08	0,0064
5,20	5,30	-0,10	0,0100
5,10	5,21	-0,11	0,0121
5,03	5,00	0,03	0,0009
4,98	5,08	-0,10	0,0100
4,93	4,88	0,05	0,0025
4,84	4,70	0,14	0,0196
4,88	4,62	0,26	0,0676
4,60	4,56	0,04	0,0016
4,55	4,40	0,11	0,0121
4,44	4,28	0,16	0,0256
4,44	4,39	0,05	0,0025
4,25	4,29	-0,04	0,0016
4,15	4,35	-0,20	0,0400
4,06	4,17	-0,11	0,0121
4,02	4,26	-0,24	0,0576
4,00	4,20	-0,20	0,0400
4,05	4,15	-0,10	0,0100
4,09	4,05	0,04	0,0016
4,16	3,88	0,28	0,0784
3,98	4,03	-0,05	0,0025
4,04	4,09	-0,05	0,0025
4,03	4,14	-0,11	0,0121
3,94	3,95	-0,01	0,0001
3,97	3,80	0,17	0,0289
3,84	3,99	-0,15	0,0225
3,67	3,75	-0,08	0,0064
3,74	3,74	0,00	0,0000
3,80	3,95	-0,15	0,0225
3,66	3,65	0,01	0,0001
3,75	3,77	-0,02	0,0004

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
3,85	3,77	0,08	0,0064
3,66	3,79	-0,13	0,0169
3,77	3,80	-0,03	0,0009
3,88	3,91	-0,03	0,0009
3,95	3,83	0,12	0,0144
4,07	3,91	0,16	0,0256
			$SQ_{res} = 0,651$

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

ANEXO III - Valores previstos para a subamostra de validação - Modelo linear simples

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
4,20	4,04	0,16	0,0256
4,23	4,12	0,11	0,0121
4,29	4,29	0,00	0,0000
4,29	4,40	-0,11	0,0121
4,25	4,24	0,01	0,0001
4,29	4,40	-0,11	0,0121
4,31	4,34	-0,03	0,0009
4,05	4,40	-0,35	0,1225
4,10	4,52	-0,42	0,1764
4,12	4,39	-0,27	0,0729
4,17	4,59	-0,42	0,1764
4,17	4,60	-0,43	0,1849
4,10	4,55	-0,45	0,2025
3,95	4,53	-0,58	0,3364
3,99	4,59	-0,60	0,3600
			$SQ_{res} = 1,695$

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

ANEXO IV - Valores previstos para a subamostra de validação - Modelo Lasso

Inad	Previsão	Erro	Quadrado do erro
4,20	3,99	0,21	0,0441
4,23	4,05	0,18	0,0324
4,29	4,22	0,07	0,0049
4,29	4,31	-0,02	0,0004
4,25	4,17	0,08	0,0064
4,29	4,32	-0,03	0,0009
4,31	4,26	0,05	0,0025
4,05	4,32	-0,27	0,0729
4,10	4,44	-0,34	0,1156
4,12	4,31	-0,19	0,0361
4,17	4,50	-0,33	0,1089
4,17	4,49	-0,32	0,1024
4,10	4,42	-0,32	0,1024
3,95	4,39	-0,44	0,1936
3,99	4,48	-0,49	0,2401
			$SQ_{res} = 1,064$

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio

ANEXO V - TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 11 de julho de 2017.

CLEVERSON ROMANHOLI LOPES

NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

Cleverson R. Lopes

ASSINATURA

201349005

Matrícula

08622514609

CPF

¹ LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.