



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIAS E
CONTABILIDADE
CURSO DE FINANÇAS

TIAGO ROUSSELET

UM MODELO DE DURATION PARA A ESTIMATIVA DA DURAÇÃO
EFETIVA DE CONTRATOS DO AGROAMIGO DO BANCO DO NORDESTE
ENTRE 2009 E 2011

FORTALEZA

2018

TIAGO ROUSSELET

**UM MODELO DE DURATION PARA A ESTIMATIVA DA DURAÇÃO
EFETIVA DE CONTRATOS DO AGROAMIGO DO BANCO DO NORDESTE
ENTRE 2009 E 2011**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Finanças, da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva

FORTALEZA

2018

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

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

R771m Rousselet, Tiago.

Um modelo de duration para a estimativa da duração efetiva de contratos do Agroamigo do Banco do Nordeste entre 2009 e 2011 / Tiago Rousselet. – 2018.
37 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva.

1. Duration. 2. Agroamigo. 3. Banco do Nordeste. 4. Microcrédito. I. Título.

CDD 332

**UM MODELO DE DURATION PARA A ESTIMATIVA DA DURAÇÃO
EFETIVA DE CONTRATOS DO AGROAMIGO DO BANCO DO NORDESTE
ENTRE 2009 E 2011**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Finanças, da
Universidade Federal do Ceará como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Finanças.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Kamila Vieira de Mendonça
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. João da Cunha Silva
Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo dinheiro e tempo que eles investiram e por me proporcionarem a oportunidade de alcançar novos patamares. Sou mais do que grato pelos seus sacrifícios e esforços para que eu e meu irmão fossemos mais capazes tanto nas nossas vidas pessoais quanto profissionais.

Ao professor, orientador e amigo Gildemir Ferreira, pelos ensinamentos acadêmicos e experiências de vida que foram transmitidos durante esse período. Pela compreensão nos momentos de ausência devido força maior e pela persistência e orientação para a execução desse trabalho, muito obrigado.

Aos meus amigos da UFC que, entre embarques e desembarques, sempre estiveram disponíveis para passar o conteúdo abordado na minha ausência.

Aos doutores Kamila Vieira Mendonça e João da Cunha Silva que aceitaram compor a banca, avaliar e contribuir para a finalização deste trabalho.

Aos estimados mestres que tive o prazer de conhecer durante esse tempo, profissionais altamente competentes, que transmitiram com clareza e sabedoria todo o conhecimento demandado para o nível do curso.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo principal estimar a duração efetiva de contratos de microcrédito utilizando dados de contratos e do perfil dos tomadores do Agroamigo do Banco do Nordeste entre 2009 e 2011. Foram comparadas técnicas de regularização e regressão multivariada, além de realizar um tratamento para dados ausentes que consiste em calcular o modelo para duas bases (a primeira com a remoção de unidades de observação com dados ausentes e a outra com a criação de *dummies* denominadas “Faltante” nos casos omissos). O modelo de regularização utilizando a base com *dummy* “Faltante” apresentou o menor erro de previsão para a duração efetiva. A diferença total apresentada entre a duração efetivamente realizada nos contratos e a duração estimada foi de 0,1057 anos, o que permitiu reduzir o erro no valor presente dos contratos simulados de R\$ 14,49 entre o valor real e o estipulado por contrato para R\$ 0,77 entre o valor real e o estimado, obtendo redução no erro de projeção em -94,7 %. Também foi estimada a alteração no valor presente decorrente de aplicação de multas de 1% ao ano contra tomadores atrasados e foi evidenciada redução de -0,15 % no prejuízo médio com a consequência de aumento no desvio em 0,86 %.

ABSTRACT

The main objective of this study is to estimate the effective duration of microcredit contracts using data from contracts and the profile of the borrowers of Banco do Nordeste's Agroamigo between 2009 and 2011. Regularization and multivariate regression techniques were compared, as well as a treatment for data (the first one with the removal of observation units with missing data and the other with the creation of dummies called "Missing" in the missing cases). The regularization model using the dummy base "Missing" presented the least prediction error for the effective duration. The total difference between the actual duration of the contracts and the estimated duration was 0.1057 years, which made it possible to reduce the error in the present value of the simulated contracts of R \$ 14.49 between the actual value and the contract value for R \$ 0.77 between the actual and the estimated value, obtaining a reduction in the projection error of -94.7%. It was also estimated the change in the present value resulting from the application of fines of 1% per year against late borrowers and a reduction of -0.15% in the average loss was evidenced with the consequence of an increase in deviation of 0.86%.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Histograma do erro de previsão do modelo	26
Figura 2 – Diagrama de densidade do erro de previsão do modelo.....	27
Figura 3 – Histograma do erro de previsão do valor presente dos contratos.....	32
Figura 4 – Diagrama de dispersão do erro de previsão do valor presente dos contratos.	32
Tabela 1 – Grupo e classificação das variáveis disponíveis.	19
Tabela 2 – Valores ausentes na base de dados por variável.	20
Tabela 3 – Coeficientes do modelo linear para ambas as bases.	22
Tabela 4 – Coeficientes do modelo Lasso para ambas as bases.....	24
Tabela 5 – Média do erro e desvio de previsão do modelo e suas variações	25
Tabela 6 – Teste t para diferença das médias de erro.	25
Tabela 7 – Teste Jarque-Bera de normalidade dos resíduos.....	27
Tabela 8 – Tempo de execução necessário para executar o modelo	28
Tabela 9 – Extrapolação linear do tempo gasto na execução do modelo.....	28
Tabela 10 –Comparação entre Lasso simples e expandido.....	29
Tabela 11 – Reajuste necessário da base para a simulação do valor presente.....	30
Tabela 12 – Media e Desvio do valor presente dos contratos, seus valores efetivos e estimados.....	31
Tabela 13 – Impacto estimado da aplicação de multas	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNB – Banco do Nordeste do Brasil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3	METODOLOGIA	18
4	MODELOS ESTIMADOS E RESULTADOS ALCANÇADOS	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O Banco do Nordeste do Brasil (BNB) foi criado pela Lei Federal nº 1649, de 19 de julho de 1952, como Banco de Desenvolvimento Regional com o objetivo de promover o bem-estar das famílias e a competitividade das empresas na região Nordeste do Brasil. O BNB está presente em cerca de 2 mil municípios abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (BNB, 2018).

O BNB é uma instituição financeira múltipla organizada como sociedade de economia mista de capital aberto, tem mais de 90% de seu capital social controlado pelo Governo Federal e é a maior instituição voltada para o desenvolvimento regional da América Latina.

O objetivo de desenvolvimento do BNB é alcançado, dentre outras formas, por meio de programas de microcrédito subsidiado que almejam melhorar a infraestrutura e a qualidade da produção de micro e pequenos produtores regionais.

Dentro do segmento agrícola, o Agroamigo do Banco do Nordeste fornece crédito subsidiado a agricultores familiares que dedicam o crédito à expansão de suas lavouras e à obtenção de ferramentas mais eficazes, além de serem incentivados a adotarem técnicas de exploração sustentável de recursos e de gerenciamento de produção.

Devido ao caráter de política pública do Agroamigo, as operações de crédito ofertadas possuem taxas de juros subsidiadas. O BNB, como gestor de recursos financeiros, necessita definir critérios de concessão e fiscalizar os níveis de inadimplência dos tomadores atuais de modo a reduzir as perdas por créditos de liquidação duvidosa e, ao mesmo tempo, estimar o fluxo de pagamentos futuros destes empréstimos e suas taxas de retorno real. É preciso não somente calcular se o tomador irá, ou não, pagar o empréstimo, mas o momento no tempo mais provável em que ele o fará.

Desse modo, o objetivo de pesquisa deste trabalho é estimar o período de contratos de microcrédito do Agroamigo o que será realizado com dados de contratos do Agroamigo entre 2009 e 2011, obtidos pelo BNB e empregados em Mendonça (2014, p. 26).

Utiliza-se um modelo de *duration* para a estimativa da duração efetiva dos contratos realizados com base em informações do perfil do tomador, como nível educacional e renda, e do perfil do contrato, como tipo de parcelas e prazo de pagamento.

São empregadas duas técnicas diferentes de estimação para a duração dos contratos. A primeira é uma regressão linear múltipla com seleção de variáveis pelo método *stepwise* baseado no Critério de Informação de Akaike. A segunda é uma regularização pelo método Lasso (least absolute shrinkage and selection operator). Os resultados são comparados com base no erro de previsão e no tempo computacional necessário para execução dos modelos.

O trabalho também considera a possibilidade de que informações faltantes a respeito dos tomadores possam ser relevantes para a estimativa do modelo e, portanto, estima-se os modelos na base cujas unidades de observação com dados faltantes são retiradas e na base cujos dados faltantes são substituídos por termos *dummy* denominados “Faltante”.

Este trabalho se justifica por buscar permitir ao Banco do Nordeste melhor conhecimento de seu provável fluxo de caixa advindo de maior assertividade na previsão da duração efetiva dos contratos. Isso o torna mais eficiente em seus controles internos e permite melhor conhecimento do nível de risco tomado.

O trabalho tem como objetivos específicos:

- testar se é possível reduzir o erro de previsão entre a duração estipulada em contrato e a efetiva;
- analisar a vantagem, tanto estatística quanto mercadológica e prática, da aplicação de modelos de regularização ao problema proposto;
- testar se há ganho de assertividade no modelo ao considerar informações faltantes nos dados dos tomadores, como a falta de informação sobre o tipo de posse da terra trabalhada pelo agricultor ou seu nível de escolaridade;

- avaliar se há aumento no poder de previsão do valor presente do fluxo de caixa dos empréstimos com o auxílio dos modelos construídos;
- simular os efeitos da aplicação de uma multa sobre contratos atrasados e analisar os impactos prováveis dessa medida com o uso das simulações elaboradas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é mencionada uma introdução a respeito dos objetivos e impactos do Microcrédito e do Agroamigo, assim como a análise de prazos em contratos de crédito. Em seguida, são discutidas as bases teóricas para o modelo de Duration utilizado e as técnicas (comumente utilizadas em *machine learning*) de regularização e de validação cruzada que serão necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Microcrédito e o programa Agroamigo

Conforme apresentado em Aquino e Bastos (2015), o microcrédito é uma modalidade de crédito direcionada aos microempreendedores com projetos de produção que não seriam viáveis se fossem financiados com empréstimos contraídos por instituições financeiras comerciais tradicionais devido à impossibilidade de fornecerem garantias suficientes para realizar a operação.

O Agroamigo, como programa de microcrédito direcionado a micro e pequenos agricultores, permite o desenvolvimento regional ao mesmo tempo em que reduz os níveis de pobreza locais, como mencionado em Neri (2008). Além disso, Mendonça (2014) destaca que o formato de estruturação do Agroamigo, com a participação de Assessores de Microcrédito, permite menores níveis de inadimplência, melhor controle e maior proximidade com o tomador e suas demandas, o que torna mais assertivo e direcionado ao objetivo de desenvolvimento do Banco do Nordeste.

Conforme Costa (2018), os assessores iniciam o processo de concessão de crédito por meio das atividades de cadastro de clientes, desenvolvimento e apoio à criação de negócios. Em seguida, realizam atividades de acompanhamento, renovação e cobrança de modo a estarem em contato direto e mais eficiente com o tomador. São aptos a realizar a operação de microcrédito agricultores familiares com Declaração de Aptidão ao Pronaf e com renda anual bruta de até R\$ 20.000,00.

O Agroamigo realizou, em outubro de 2018, cerca de 427860 operações movimentando R\$ 2.137.836.000,00 em valores contratados. (BNB, 2018). O valor médio das operações foram de R\$ 4.996,58 reais e o valor total acumulado em operações é de R\$ 14.468.070,00 até outubro de 2018. Isso demonstra a magnitude

do BNB como agente de desenvolvimento na região e reforça a necessidade de precisão nas estimativas da duração dos contratos realizados.

2.2 Análise de prazos em contratos

A análise de duração em contratos de crédito objetiva estimar os níveis de inadimplência dos tomadores pela avaliação do período de duração das operações e seus impactos.

Em De Negri et al. (2018), é avaliada a elasticidade de contratos de crédito direcionado com base em alterações na sua duração total. As análises podem estimar, também, a probabilidade de inadimplência por meio de modelos logísticos como realizado por Camargos et al. (2010).

2.3 Modelos de Duration

A Análise de Duration, que também pode ser denominada como Análise de Sobrevivência, busca estimar a duração até determinado evento de interesse. Em Finanças, este tipo de estimativa é importante ao permitir definir os períodos envolvidos entre eventos econômicos, assim como as probabilidades associadas aos mesmos, fortalecendo o poder da tomada de decisão estratégica dos agentes e das instituições em mercados competitivos.

Conforme Colosimo e Giolo (2006), uma das principais características deste tipo de análise é a presença de censura, ou seja, a observação parcial da resposta desejada por interrupções no acompanhamento das unidades de observação por razões não controladas pelo analista. Esta dificuldade obriga a utilização de métodos específicos de estimação, sendo que, sem a presença deste tipo de censura, é possível utilizar técnicas de regressão linear mais comumente empregadas.

Um subgrupo dos Modelos de *Duration* são os Modelos de Tempo Acelerado que buscam estimar a capacidade das covariáveis em retardar ou acelerar o tempo até o evento. O modelo segue forma exponencial que impede que hajam valores negativos estimados para a *Duration* (T), conforme apresentado a seguir:

$$T = \exp(X' \beta + \epsilon)$$

Na qual, conforme Colosimo e Giolo (2006), ϵ é o termo de erro aleatório com função de distribuição pré-especificada, sendo comum utilizar as distribuições

de Weibull, Gama, log-normal ou log-logística. Esta forma pode ser linearizada pela mudança de escala obtida pela logaritimização do modelo, que passará a seguir a forma funcional:

$$\log(T) = X'\beta + \epsilon$$

O modelo adotado, devido a sua forma funcional direta, permite ser integrado a técnicas comumente adotadas em estudos de inteligência artificial como os modelos de regularização Lasso.

2.4 Regularização

Na construção de modelos de regressão linear múltipla é necessário selecionar, entre as covariáveis disponíveis, aquelas que mais contribuem para a previsão da variável resposta. Com base nesta necessidade são aplicadas estratégias diferentes de seleção de variáveis. Uma possível estratégia é a utilização de regularização sobre o modelo. Dentre as técnicas de regularização existentes, o modelo Lasso (*least absolute shrinkage and selection operator*) proposto por Tibshirani (1996) penaliza a função de estimação da regressão linear múltipla padrão por meio da restrição nos coeficientes do modelo com base na forma:

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^p} \left\{ \frac{1}{N} \|y - X\beta\|_2^2 + \lambda \|\beta\|_1 \right\}$$

Como consequência da penalização, para determinados valores do coeficiente de adequação λ , os coeficientes das variáveis menos correlacionadas com a variável resposta tornam-se zero, o que torna o modelo, além de um estimador do impacto das variáveis independentes sobre a variável resposta, um seletor de termos relevantes devido à não nulidade de seus coeficientes.

Além disso, existe incapacidade de selecionar mais variáveis do que o tamanho da amostra disponível, o que resulta em perda de informação em situações nas quais o conjunto de iterações entre covariáveis cresce acima do tamanho da amostra disponível.

A penalização permite que seja reduzido o impacto de multicolinearidade nas estimativas dos coeficientes devido a não necessidade de o traço da matriz ser completo, conforme apresentado em Tibshirani (1996).

2.5 Validação Cruzada

Modelos de previsão tem como intuito simplificar e generalizar a realidade com a vantagem de ganhar poder de predição a respeito de futuras observações da variável resposta. Espera-se que, em um conjunto de dados, existam sinais relevantes, que podem ser obtidos com o auxílio de covariáveis independentes, e sinais do tipo ruído estocástico. Uma possibilidade existente na construção do modelo é superajustar o mesmo aos dados e enviesar os coeficientes ao ruído.

Assim, para reduzir o superajustamento e selecionar o modelo com maior capacidade de generalização de suas estimativas, é empregada a validação cruzada (Kohavi et. al. 1995), que consiste em subdividir os dados em n partes de mesmo tamanho, construir o modelo com $n-1$ dessas partes e utilizar as partes restantes para testar sua acurácia. O procedimento é, então, repetido selecionando outra parcela como validação. Em seguida, os erros de estimação são comparados e é selecionado o modelo com menor erro de previsão médio fora da amostra.

2.6 Método *forward stepwise* de seleção

Conforme Hastie et. al. (2017), a técnica *forward stepwise* consiste em regredir o modelo com apenas o intercepto e, em seguida, adicionar variáveis conforme elas contribuam para melhora de critério de seleção pré-definido. O modelo passa, então, a ser selecionado com base em um algoritmo de inclusão. Esta técnica busca obter o conjunto de variáveis independentes mais relevantes para a explicação da variável resposta.

As variáveis podem ser selecionadas com base em diversas métricas de comparação. algumas são o erro médio, o critério de Informação de Akaike e o Critério de Informação Bayesiano.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição das variáveis

A base de dados compreende dados sobre contratos de microcrédito do Agroamigo do Banco do Nordeste e informações do perfil dos tomadores entre os anos de 2009 e 2011. A base é subdividida em grupos de informação como perfil da atividade do agricultor, seu perfil socioeconômico e características do contrato de empréstimo realizado.

O grupo de variáveis sobre o formato do contrato é composta de:

- Duração efetiva: A duração real do contrato, desde sua assinatura até o pagamento completo;
- Valor do Contrato: Valor em reais do empréstimo realizado;
- Parcelas: Tipo de parcela do contrato, podendo ser anual, semestral ou agrupada em bi, tri ou quadrimestral.
- Prazo: Duração estipulada contratualmente e, na qual espera-se que o tomador pague o empréstimo. Pode ser de 24 meses ou em até 24 meses;
- Renovação: Indica se o contrato foi renovado, ou não;
- Pagamento: Valor da parcela do contrato em reais.

O grupo de variáveis sobre o perfil do agricultor é composto de:

- Atividade: Se a atividade de agricultura é sua atividade principal de renda ou é complementar;
- Beneficiário Bolsa Família: Se o agricultor é beneficiado pelo programa;
- Terra: Indica o tipo de posse da terra. Pode ser própria (proprietário formal da propriedade), parceiro (posse por parceria), arrendamento ou outros (forma não especificada);

O grupo de variáveis sobre o perfil socioeconômico do agricultor é composto de:

- Estado Civil: Casado, solteiro, união estável ou outros;
- Gênero: Homem ou Mulher;

- Nível educacional: A variável é considerada ordinal com sequência crescente de importância dada por não alfabetizado, alfabetizado, fundamental incompleto, fundamental completo e ensino médio;
- Renda Total: Renda declarada mensal.

A Tabela 1, resume as variáveis existentes por grupos de definição. Em cada grupo, as variáveis são classificadas entre contínuas ou discretas (no caso de variável discreta são apresentados os valores existentes por variável). A variável “Nível Educacional” é apresentada em ordem crescente de relevância. Na existência de valores ausentes na base é apresentado o valor “NA” (*Not Available*).

Tabela 1 – Grupo e classificação das variáveis disponíveis.

	Variavel	Valores
Contratual		
<i>Continua</i>	Duracao Efetiva	Numerica
	Pagamento	Numerica
	Valor do Contrato	Numerica
<i>Discreta</i>	Parcelas	Anual Bi ou Tri ou Quadrimestral Semestral
	Prazo	24 Meses Ate 24 Meses
	Renovacao	Nao Renovado Renovado NA
Perfil do agricultor		
	Atividade	Complementar Principal NA
	Beneficiario Bolsa Familia	Nao Sim
	Terra	Arrendamento Outros Parceiro Propria NA
Socioeconomica		
	Estado Civil	Casado Outros Solteiro Uniao Estavel NA
	Genero	Homem Mulher
	Nivel Educacional	01 Nao Alfabetizado 02 Alfabetizado 03 Fundamental Incompleto 04 Fundamental Completo 05 Ensino Medio Completo NA
Socioeconômica		
<i>Continua</i>	Renda Total	Numerica

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2 Valores Ausentes

A base apresenta dados ausentes para determinadas características dos tomadores. A quantidade total de unidades de observação é de 4190, com dados ausentes em 2164 unidades e 2026 unidades de observação com todas as informações completamente apresentadas.

Conforme a Tabela 2, a característica com a maior frequência de ausência é a indicação de renovação do contrato, seguida pela modalidade de posse da terra utilizada e o nível educacional do tomador. Esses dados podem determinar informação relevante no resultado final da operação de crédito pela possibilidade de não divulgação propositada da informação com o intuito de manipular a decisão do ofertante em benefício do tomador.

Tabela 2 – Valores ausentes na base de dados por variável.

Variavel	Contagem de Ausentes
Valor do Contrato	0
Renda Total	0
Genero	0
Nivel Educacional	344
Estado Civil	230
Parcelas	0
Prazo	0
Renovacao	1467
Atividade	149
Terra	414
Beneficiario Bolsa Familia	0
Duracao Efetiva	0

Fonte: Elaborado pelo Autor

O tratamento dado aos valores ausentes consiste em construir duas bases de dados distintas. Na primeira, os dados ausentes em cada variável independente são substituídos por uma variável *dummy* denominada “Faltante”. Por exemplo, se não houver dados a respeito do “Nível Educacional” do tomador em determinada unidade de observação, insere-se uma variável *dummy* chamada “Nível Educacional Faltante”. A base com variáveis *dummy* é denominada “Com Faltantes”.

Na segunda, as unidades de observação com algum dado ausente são removidas completamente. A base com remoção de dados ausentes é denominada “Sem Faltantes”.

3.3 Construção do modelo e simulações

A base é dividida em uma parcela de treino (80%) e outra de validação com o intuito de testar o erro fora da amostra. Os modelos são, então, computados com validação cruzada dos dados de treino e, portanto, divididos em 10 partes aleatoriamente escolhidas que são utilizadas para regredir o modelo e testar sua eficácia com o objetivo de minimizar o super ajuste aos dados.

É construído um modelo linear com seleção *stepwise* de variáveis pelo Critério de Akaike e um modelo Lasso de regularização. Esse procedimento é realizado tanto para a base “Com Faltantes” quanto para a base “Sem Faltantes”. Os resultados dos modelos serão comparados quantitativamente com base na diferença entre os erros de previsão (testados para sua relevância estatística por meio de um teste t entre as médias dos erros e seus desvios) e qualitativamente com base nos tempos de execução computacional e sua viabilidade prática e comercial.

A fórmula funcional adotada é construída com base nas variáveis isoladas do grupo do perfil contratual, do perfil socioeconômico e do perfil do agricultor. Além disso são utilizadas os termos iterados:

- Nível Educacional²;
- Pagamento*Estado Civil;
- Pagamento*Nível Educacional;
- Pagamento*(Nível Educacional²);
- Renda Total*Estado Civil;
- Renda Total*Nível Educacional;
- Renda Total*(Nível Educacional²);
- Valor do Contrato*Nível Educacional;
- Valor do Contrato*(Nível Educacional²);
- Valor do Contrato*Estado Civil.

O nível educacional ao quadrado é empregado para avaliar efeitos não lineares que a melhor escolaridade poderá causar sobre a duração efetiva do contrato. Os termos iterados com Pagamento buscam investigar o impacto que o nível de pagamento tem sobre a duração efetiva do contrato sobre diferentes níveis de escolaridade e de estados civis. A mesma lógica é utilizada para os termos iterados com a Renda Total e o Valor do Contrato.

4 MODELOS ESTIMADOS E RESULTADOS ALCANÇADOS

4.1 Modelos estimados

Foram construídos dois modelos (Lasso e Linear) para cada uma das duas bases distintas (“Com Faltantes” e “Sem Faltantes”). A forma funcional utilizada é a mesma em todos os modelos. A Tabela 3 apresenta os coeficientes estimados dos modelos lineares.

Tabela 3 – Coeficientes do modelo linear para ambas as bases.

Coeficientes	Linear Com Faltantes	Linear Sem Faltantes
Beneficiario Bolsa FamiliaSim	0.019086 (0.00)	0.015219 (0.08)
Estado CivilFaltante	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Estado CivilOutros	0.116181 (0.09)	0.103402 (0.07)
Estado CivilSolteiro	0.099550 (0.01)	0.252393 (0.00)
Estado CivilUniao Estavel	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
GeneroMulher	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
I(Nivel Educacional^2)	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Nivel Educacional	0.052297 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento	0.000000 (0.00)	0.000357 (0.00)
Pagamento:Estado CivilFaltante	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento:Estado CivilOutros	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento:Estado CivilSolteiro	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento:Estado CivilUniao Estavel	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento:I(Nivel Educacional^2)	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Pagamento:Nivel Educacional	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
ParcelasBi ou Tri ou Quadrimestral	0.111051 (0.00)	0.221636 (0.00)
ParcelasSemestral	0.068547 (0.00)	0.128975 (0.00)
PrazoAte 24 Meses	-0.315006 (0.00)	-0.396004 (0.00)
Renda Total	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:Estado CivilFaltante	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:Estado CivilOutros	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:Estado CivilSolteiro	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:Estado CivilUniao Estavel	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:I(Nivel Educacional^2)	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Renda Total:Nivel Educacional	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
TerraFaltante	0.018739 (0.06)	0.000000 (0.00)
TerraOutros	0.027012 (0.00)	0.000000 (0.00)
TerraParceiro	0.000000 (0.00)	-0.024694 (0.01)
TerraPropria	0.020103 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato	0.000056 (0.08)	-0.000180 (0.00)
Valor do Contrato:Estado CivilFaltante	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato:Estado CivilOutros	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato:Estado CivilSolteiro	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato:Estado CivilUniao Estavel	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato:I(Nivel Educacional^2)	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)
Valor do Contrato:Nivel Educacional	0.000000 (0.00)	0.000000 (0.00)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com relação aos valores dos coeficientes dos modelos, algumas variáveis demonstram consistência entre os modelos (estão presentes em ambos), são elas:

- Beneficiário Bolsa Família Sim;
- Estado Civil Solteiro ou Outros;
- Parcelas bi tri ou quadrimestrais e semestrais;
- Prazo menor do que 24 meses;

algumas são relevantes apenas em um modelo, sendo descartadas em outro. Outras não são relevantes em nenhum:

- Gênero;
- Nível Educacional ao quadrado;
- Pagamento* Estado Civil;
- Pagamento*Nível Educacional;
- Renda Total;
- Renda Total*Estado Civil;
- Renda Total*Nível Educacional;
- Valor do Contrato;
- Valor do Contrato *Estado Civil;
- Valor do Contrato *Nível Educacional.

O modelo Lasso tem coeficientes estimados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Coeficientes do modelo Lasso para ambas as bases.

Coeficientes	Lasso Sem Faltantes	Lasso Com Faltantes
(Intercept)	1.384691	1.292500
Valor do Contrato	-0.000034	0.000000
Renda Total	0.000000	0.000010
Pagamento	0.000000	0.000000
GeneroHomem	0.000000	-0.001172
GeneroMulher	0.000000	0.000000
Nivel Educacional	0.000000	0.019104
I(Nivel Educacional ²)	0.000000	0.002779
Estado CivilCasado	0.000000	-0.021460
Estado CivilOutros	0.000000	0.015088
Estado CivilSolteiro	0.000000	0.021029
Estado CivilUniao Estavel	0.000000	0.000000
ParcelasAnual	0.000000	-0.020948
ParcelasBi ou Tri ou Quadrimestral	0.000000	0.010784
ParcelasSemestral	0.000000	0.000000
Beneficiario Bolsa FamiliaNao	0.000000	-0.018757
Beneficiario Bolsa FamiliaSim	0.000000	0.000000
TerraArrendamento	0.000000	-0.016652
TerraOutros	0.000000	0.006756
TerraParceiro	-0.002773	-0.018841
TerraPropria	0.000000	0.000000
Prazo24 Meses	0.241124	0.270929
PrazoAte 24 Meses	0.000000	0.000000
Nivel Educacional:Valor do Contrato	-0.000002	-0.000009
Nivel Educacional:Renda Total	0.000000	0.000000
Nivel Educacional:Pagamento	0.000000	0.000013
I(Nivel Educacional ²):Valor do Contrato	0.000000	-0.000002
I(Nivel Educacional ²):Renda Total	0.000000	-0.000001
I(Nivel Educacional ²):Pagamento	0.000000	0.000000
Estado CivilCasado:Valor do Contrato	0.000000	0.000000
Estado CivilOutros:Valor do Contrato	0.000000	0.000000
Estado CivilSolteiro:Valor do Contrato	0.000000	-0.000033
Estado CivilUniao Estavel:Valor do Contrato	0.000000	0.000000
Estado CivilCasado:Renda Total	0.000000	0.000000
Estado CivilOutros:Renda Total	0.000000	-0.000009
Estado CivilSolteiro:Renda Total	0.000000	0.000014
Estado CivilUniao Estavel:Renda Total	0.000000	0.000009
Estado CivilCasado:Pagamento	0.000000	0.000000
Estado CivilOutros:Pagamento	0.000000	-0.000032
Estado CivilSolteiro:Pagamento	0.000000	0.000014
Estado CivilUniao Estavel:Pagamento	0.000000	-0.000018

Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme Tibshirani (1996), é importante notar que o modelo Lasso não possui uma estatística t semelhante ao modelo linear visto que a penalização dos coeficientes e consequente não linearidade altera suas distribuições sendo difícil obter uma estimativa acurada de seus desvios padrões. A relevância da variável é obtida pela não nulidade de seus parâmetros. No modelo “Sem Faltantes” há 5 variáveis não nulas, enquanto que no “Com Faltantes” existem 26.

Pode-se perceber que os modelos construídos para a base “Com Faltantes” apresentaram maior número de coeficientes diferentes de zero. Além disso, os modelos lineares apresentaram menor quantidade de termos independentes relevantes quando comparados aos modelos Lasso.

4.2 Análise de Erro

O objetivo do modelo é reduzir o tamanho do erro de previsão e, por essa razão, são utilizados o erro médio e o desvio padrão como métricas de eficiência para o modelo. A Tabela 5 mostra os resultados para os modelos Lasso e Linear e para as bases “Com Faltantes” e “Sem Faltantes”.

Tabela 5 – Média do erro e desvio de previsão do modelo e suas variações

Erro	Media	Desvio	Variacao da Media	Variacao do Desvio
Com Faltantes				
Lasso	0.1057	0.1463	-13.63 %	-18.72 %
Linear	0.1105	0.1513	-9.75 %	-15.9 %
Sem Faltantes				
Lasso	0.1192	0.1898	-2.64 %	5.48 %
Linear	0.1224	0.1799	0 %	0 %

Fonte: Elaborado pelo Autor

Ao analisar a Tabela 5, a inserção dos elementos faltantes contribuiu para relevante aumento na precisão do modelo. A base de dados “Com Faltantes” foi mais eficaz em estimar a duração efetiva dos contratos de crédito, visto que o modelo linear apresentou – 9,75 % de melhora na média do erro e -15.9 % de melhora no seu desvio e o modelo Lasso apresentou -13,63 % de melhora no erro e -18.72 % de melhora no desvio. Os resultados entre o Linear e o Lasso utilizando os dados ausentes, devido a sua relativa proximidade, são submetidos a um teste t de diferença das médias apresentado na Tabela 6

Tabela 6 – Teste t para diferença das médias de erro.

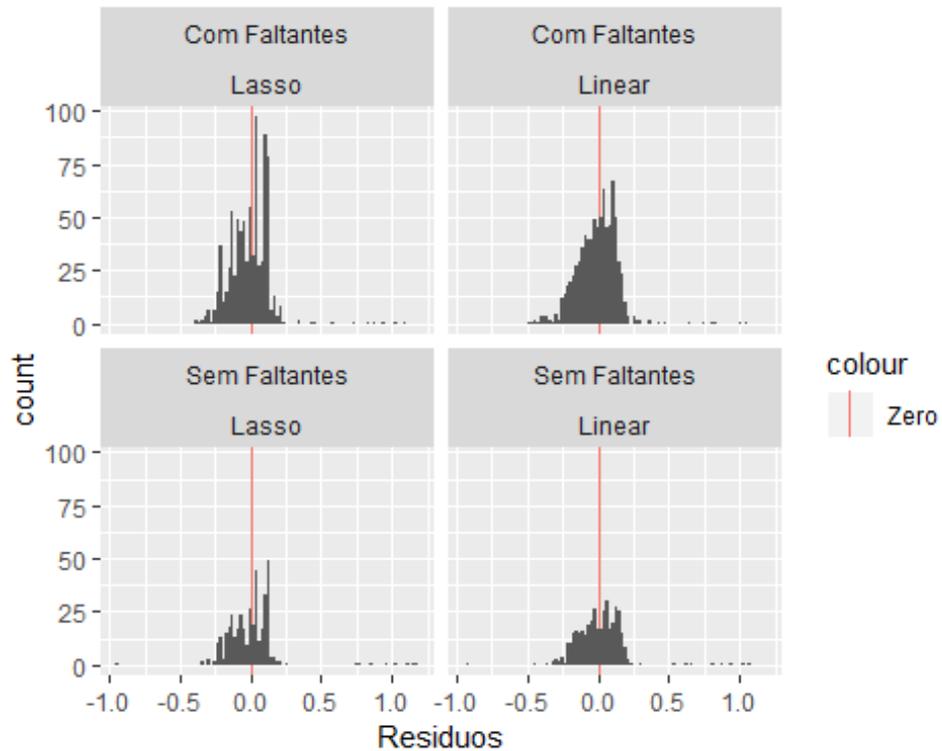
Base	teste t	p valor
Com Faltantes	-1.8172	0.0346
Sem Faltantes	-0.7245	0.2344

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os modelos não apresentam diferenças estatísticas relevantes na base “Sem Faltantes”, mas na base “Com Faltantes” os erros são estatisticamente diferentes de zero. A diferença principal sugere ser decorrente do emprego de dados ausentes.

Outra característica importante do erro a ser analisado é sua distribuição, que pode ser visualizada por meio de um histograma apresentado na Figura 1.

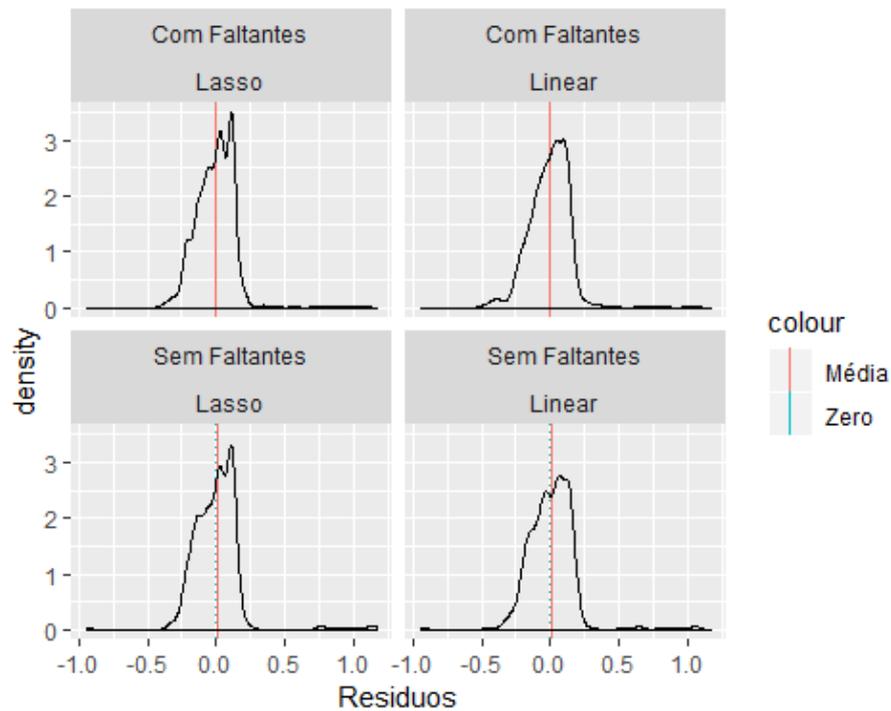
Figura 1 – Histograma do erro de previsão do modelo



Fonte: Elaborado pelo Autor

O histograma é, também, suavizado por meio de um diagrama de densidade apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama de densidade do erro de previsão do modelo



Fonte: Elaborado pelo Autor

Percebe-se que a distribuição dos modelos não se altera de forma relevante ao utilizar as unidades faltantes. Importante compreender, também, se os resíduos seguem distribuição normal. Para isso, é aplicado teste de Jarque-Bera com a intenção de averiguar a aproximação dos resíduos do modelo com a normal. A Tabela 7 demonstra os resultados.

Tabela 7 – Teste Jarque-Bera de normalidade dos resíduos.

Modelo	Valor Jarque-Bera	p-valor
Com Faltantes		
Lasso	4793.190	0
Linear	2230.480	0
Sem Faltantes		
Lasso	4170.250	0
Linear	2030.356	0

Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme a Tabela 7, os resíduos não correspondem a uma distribuição normal em nenhuma modelagem empregada. A não normalidade do resíduo, entretanto, não inviabiliza a utilização dos resultados como métrica para a realização

de simulações, apenas demonstra necessidade de uma base de dados mais detalhada que permita extrair mais informações relevantes do processo analisado que não puderam ser obtidos com a base disponível.

4.3 Gasto computacional

A Tabela 8 mostra o tempo gasto na execução computacional de cada modelo na base de dados “Com Faltantes”. Pode-se perceber que o modelo linear é relativamente mais demorado para ser executado (mesmo que para uma base de apenas 3352 unidades de observação, o que correspondem aos dados de treino utilizados na base “Com Faltantes”), o que pode representar maior ineficiência na tomada de decisão devido a demora em atualizações em uma base de dados com registros de milhões de operações.

Tabela 8 – Tempo de execução necessário para executar o modelo

Modelo	Tempo de Execucao (segundos)
Lasso	0.17
Linear	40.08

Fonte: Elaborado pelo Autor

Supondo uma relação linear entre o crescimento do tempo de processamento e a quantidade de unidades de observação e sem acrescentar mais variáveis, o modelo teria tempo de execução para mil vezes mais unidades disponíveis conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Extrapolação linear do tempo gasto na execução do modelo.

Modelo	Tempo de Execucao (segundos)	Numero de observacoes na simulacao	Simulado (horas)
Lasso	0.17	3352000	0.0472
Linear	40.08	3352000	11.1333

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4 Expansão do Lasso

Devido à característica do Lasso de regularização, buscou-se expandir a fórmula funcional do modelo para maior universo de interações entre as variáveis e, portanto, extrair maior informação e obter mais poder de previsão do modelo. A quantidade de variáveis empregadas no cálculo simplificado era de 32 termos

independentes, entre *dummies* e variáveis contínuas, para um total de 9216 termos no formato expandido. Os resultados do erro médio, do desvio e o teste t para diferença de médias são apresentados na Tabela 10, que permite deduzir que não há diferença estatisticamente significativa para o modelo expandido e, portanto, é descartado.

Tabela 10 –Comparação entre Lasso simples e expandido.

Media Lasso	Desvio Lasso	Media Lasso Expandido	Desvio Lasso Expandido	teste t	p valor
0.1057	0.1463	0.1091	0.1521	1.3154	0.0942

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.5 Escolha do modelo

Com base nos resultados obtidos das opções analisadas, admite-se que o modelo Lasso simplificado com inserção de valores faltantes é o modelo mais eficaz na estimativa da duração efetiva dos contratos de crédito analisados devido ao menor e menos disperso erro de previsão e a capacidade de ser executado em ambiente comercial com maior eficiência. Portanto, o modelo Lasso simplificado será o modelo utilizado no prosseguimento deste projeto.

4.6 Simulação do Valor Presente

Em posse de um modelo da duração entre a tomada de crédito e o efetivo pagamento integral do empréstimo, são construídas simulações do valor presente efetivo dos contratos de crédito realizados para a parcela de dados não utilizada na estimativa do modelo (dados de validação). Para isso, considera-se taxa de retorno fixa de 0.5 % ao ano, conforme adotada em Junior, Mendonça e Soares (2015). Entende-se, também, que a definição da taxa de desconto seja condicionada à metodologia adotada pela instituição.

Desse modo, com o objetivo de ser mais conservador na escolha da taxa de desconto, decide-se por adotar uma taxa fixa de 6 % que procure representar uma inflação hipotética para calcular o valor presente real dos contratos.

Existe, entretanto, uma dificuldade inerente à base de dados disponível. As informações a respeito das parcelas de pagamento e do prazo do contrato agregam modalidades diferentes, o que inviabiliza o cálculo do valor presente efetivo por não definir qual a cronologia específica dos pagamentos do fluxo de caixa. Portanto, as unidades de observação que mencionarem contratos com prazos de

“até 24 meses” serão aproximados como contratos de “12 meses”, e parcelas “bi, tri ou quadrimestrais” serão aproximadas como “trimestrais”. Desse modo, viabiliza-se o cálculo do valor presente em contrapartida ao erro de aproximação da adequação empregada. O quadro de variáveis adaptado é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Reajuste necessário da base para a simulação do valor presente.

	Variavel	Valores	
Contratual			
<i>Continua</i>	Duracao Efetiva		
	Valor do Contrato		
<i>Discreta</i>	Parcelas	Anual	
		Semestral	
		Trimestral	
	Prazo	12 Meses	
		24 Meses	
	Renovacao	Nao Renovado	
		Renovado	
		NA	
	Perfil do agricultor		
	Atividade	Complementar	
Principal			
NA			
Beneficiario Bolsa Familia	Nao		
	Sim		
Terra	Arrendamento		
	Outros		
	Parceiro		
	Propria		
	NA		
Sociodemografica			
<i>Continua</i>	Renda Total		
<i>Discreta</i>	Estado Civil	Casado	
		Outros	
		Solteiro	
		Uniao Estavel	
		NA	
	Genero	Homem	
		Mulher	
	Nivel Educacional	01 Nao Alfabetizado	
		02 Alfabetizado	
		03 Fundamental Incompleto	
04 Fundamental Completo			
05 Ensino Medio Completo			
	NA		

Fonte: Elaborado pelo Autor

A média e o desvio dos Valores Presentes calculados por meio dos modelos estimados são apresentados na Tabela 12.

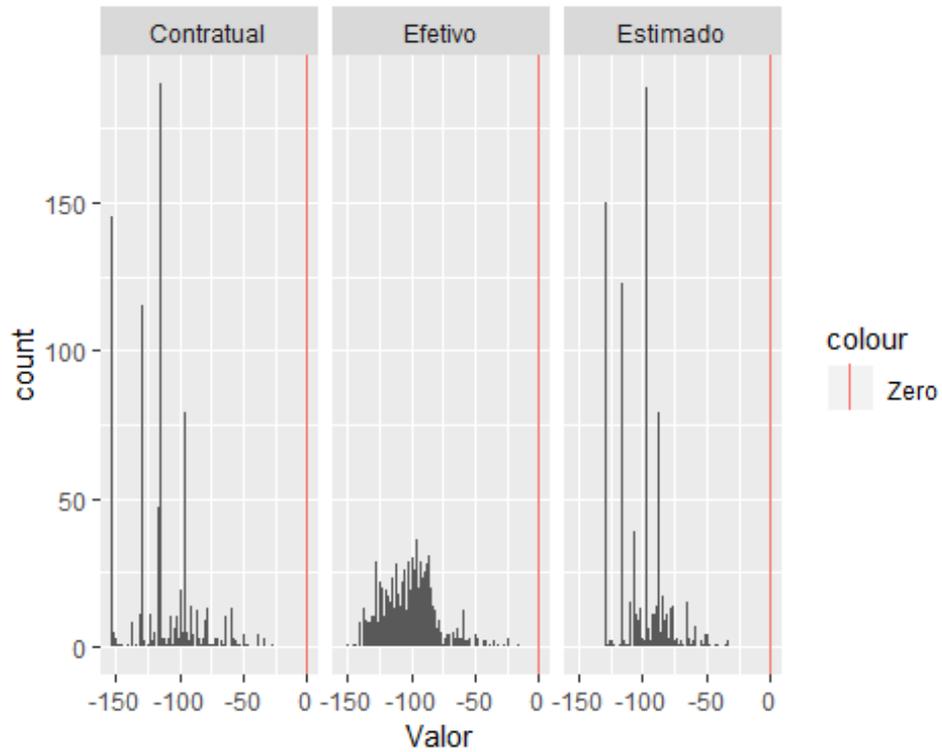
Tabela 12 – Média e Desvio do valor presente dos contratos, seus valores efetivos e estimados.

Valor Presente	Media	Desvio
Contratual	-115.2509	26.01789
Efetivo	-100.7621	21.17879
Estimado	-101.5307	19.37728

Fonte: Elaborado pelo Autor

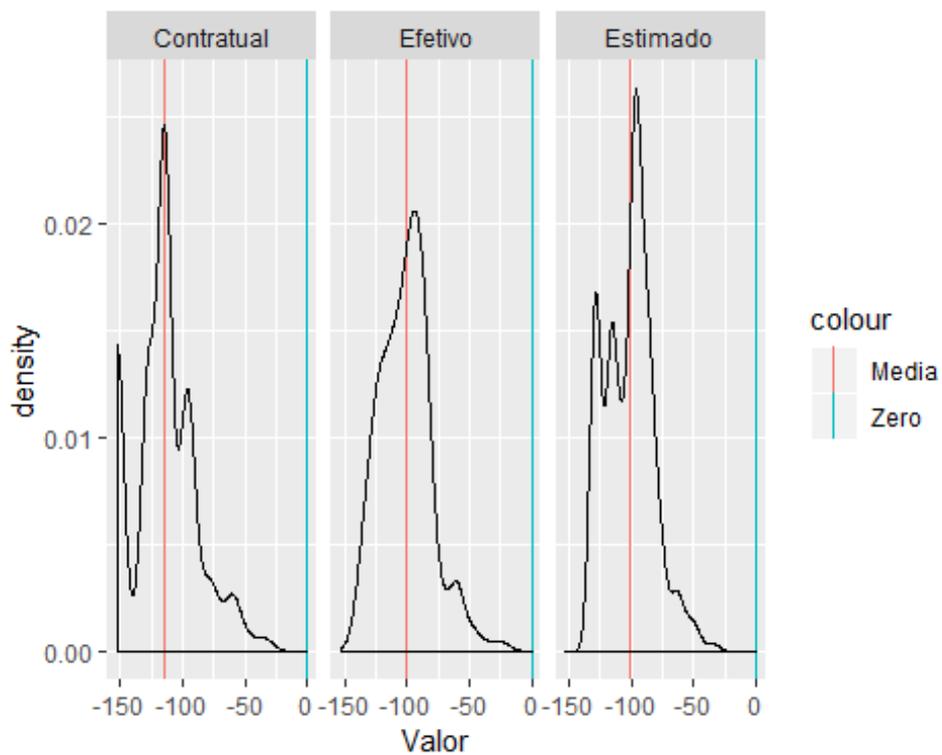
Percebe-se ganhos consideráveis de eficiência na estimativa do valor presente das operações de crédito com maior aproximação ao valor realmente recebido. A diferença entre a média dos valores presentes dos contratos e os valores realmente obtidos é de 14,49 reais a menos e a diferença entre o valor realmente recebido e o estimado pela metodologia empregada neste projeto é de 0,77 reais a menos, consideravelmente menor do que a anterior. O desvio dos valores efetivos em relação aos valores estimados também é mais próximo (1,8015055 reais menor). A distribuição das estimativas e um gráfico de densidade das mesmas são apresentadas nas Figuras 3 e 4 e permitem visualizar melhor a qualidade da aproximação entre o efetivo e o estimado.

Figura 3 – Histograma do erro de previsão do valor presente dos contratos.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 4 – Diagrama de dispersão do erro de previsão do valor presente dos contratos.



Fonte: Elaborado pelo Autor

4.7 Aplicação de Multas e seu Efeito Marginal

Uma característica de determinados contratos de crédito é a existência de incentivos ao tomador com o intuito de direcioná-lo ao pagamento de suas dívidas dentro do prazo dos empréstimos. Na construção dos modelos e das simulações de fluxo de caixa e de retorno real deste trabalho não foram consideradas multas por atraso e/ou beneficiamentos por antecipações, muito devido a não existência de informações na base de dados que permitam melhores estimativas dos efeitos desta prática na duração efetiva das operações. O efeito da aplicação desta estratégia, entretanto, pode ser medida para pequenas variações da taxa de juros, de modo que se assume que tal alteração não cause mudanças reais no perfil de pagamento do tomador. Para tanto, utiliza-se uma taxa de 0,01 %. A Tabela 13 apresenta o resultado financeiro sobre o valor presente estimado nos contratos com essa aplicação.

Tabela 13 – Impacto estimado da aplicação de multas

Valor Presente	Media	Desvio	Variacao da Media	Variacao
Estimado	-101.5307	19.37728	0 %	0 %
Estimado com Multa	-101.3802	19.54333	-0.15 %	0.86 %

Fonte: Elaborado pelo Autor

A multa forneceu uma redução no prejuízo médio de -0,15 % e aumento no desvio em 0,86 %. A aplicação de multa sobre os atrasos é uma medida capaz de aumentar o valor presente das operações com o possível impacto de aumentar a incerteza nos pagamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A administração da carteira de crédito do Banco do Nordeste deve ser capaz de incentivar e financiar o crescimento sustentável da região ao mesmo tempo em que garante a viabilidade financeira de sua instituição.

O Agroamigo, como um de seus programas, possui participação importante na produção agrícola dos micro e pequenos produtores por permitir a expansão de seus cultivos e a renovação de suas ferramentas. Entretanto, é importante que a concessão de crédito seja feita de forma eficiente, com conhecimento do impacto que o perfil socio-demográfico e econômico do produtor terá no pagamento das operações realizadas.

A análise realizada neste trabalho aplicou técnicas estatísticas para estimar o prazo de contratos de microcrédito contraídos pelos agricultores junto ao Banco e permitir a este, melhor controle de seu fluxo de caixa com maior aproximação entre os valores presentes dos contratos, como eles são estabelecidos, e o valor presente realmente evidenciado nas operações.

Os objetivos estipulados foram alcançados. O modelo Lasso, com características comerciais mais vantajosas, como rapidez e seleção de elementos relevantes, foi capaz de prever a duração efetiva do contrato de microcrédito do Agroamigo com erro médio de 0.1057 anos. A inserção de variáveis *dummy* para representar dados ausentes na base de dados reduziu o erro médio em -13,63% ao comparar os resultados entre o modelo linear na base “Sem Faltantes” e o modelo Lasso na base “com Faltantes”.

As estimativas permitiram reduzir a taxa de erro no valor presente dos contratos simulados de R\$ 14,49 para R\$ 0,77. Essa redução por contrato, quando empregada em um banco de atuação interestadual como o Banco do Nordeste, pode significar menores perdas e, conseqüentemente, mais recursos para outras operações.

Outra característica interessante evidenciada são os impactos adversos que a aplicação de multas pode ocasionar ao fluxo de pagamentos. Evidenciou-se que uma multa de 0,01 % causa uma redução nos prejuízos em torno de -0,15 %, mas com a consequência de tornar os pagamentos mais arriscados pelo aumento do desvio de 0,86 %.

Como uma limitação relevante, a análise realizada neste trabalho foi empregada com uma base de dados pequena e com informações incompletas em grande parte de suas unidades de observações. Outras limitações foram a não descrição na base dos históricos de pagamento e de algumas modalidades de formas de prazo e parcelas (que foram agregadas em termos genéricos e, portanto, necessitaram de aproximações). A expansão da base para que abrangesse estas informações possivelmente ampliaria a eficiência do modelo.

A reprodução desta metodologia para uma base de dados mais robusta e detalhada é uma sugestão para expandir os resultados obtidos neste trabalho e desenvolver novas pesquisas nesta área de conhecimento. Desse modo, espera-se que os resultados obtidos agreguem valor às operações do Banco do Nordeste e sirvam de base para novos avanços em análise de duração em contratos de microcrédito.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BNB, Agroamigo, e Banco do Nordeste. “Disponível Em:< [Http://www.bnb.gov.br/Agroamigo](http://www.bnb.gov.br/Agroamigo)>.” Acesso em 02-12-2018 as 09:34.

AQUINO, Joacir Rufino de; BASTOS, Fernando. Dez Anos Do Programa Agroamigo Na Região Nordeste: Evolução, Resultados E Limites Para O Fortalecimento Da Agricultura Familiar. **Revista Econômica Do Nordeste** 46. p. 139–60. 2015.

BRASIL. Constituição (1988) Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Lei n. 1.649, de 19 de jul. de 1952. **Cria o Banco do Nordeste do Brasil e dá outras providências.**, Rio de Janeiro, RJ, jul. 1952.

BRASIL. Lei n. 7.827, de 27 de set. de 1989. **Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências.**, Brasília, DF, set. 1989.

CAMARGOS, Marcos Antônio de *et. al.* Fatores Condicionantes de Inadimplência Em Processos de Concessão de Crédito a Micro E Pequenas Empresas Do Estado de Minas Gerais. **RAC-Revista de Administração Contemporânea** 14 (2). Minas Gerais. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. 2010.

CHAVES, Sidney Soares; JACQUES, Elidecir Rodrigues.. Origem E Dinâmica Do Programa de Microcrédito Crediamigo Do Banco Do Nordeste. **Anais Do IX Encontro de Economia**, Bahia. 2013.

COSTA, Edward Martins et al. Efeitos heterogêneos do programa Agroamigo sobre os pequenos agricultores rurais. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 2, p. 43-61, 2018.

COLOSIMO, Enrico Antônio, e GIOLO, Suely Ruiz. **Análise de Sobrevivência Aplicada**. Editado pela Edgard Blucher Ltda. 1st ed. 2006.

DE NEGRI, João Alberto *et al.* 2018. Elasticidades Juros E Prazo Da Demanda de Crédito Livre E Direcionado No Brasil1. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2018/submissao/files_l/i4-d215d75a3db928c21218bab8f36820cd.pdf>. Acesso em: 12 out. de 2018.

FRANÇA, Francisco Mavignier Cavalcante; BANCO DO NORDESTE DO BRASIL *et al.* Análise Agroeconômica E Capacidade de Pagamento Do Pequeno Irrigante Do Nordeste. **BNB/Secretaria Nacional de Irrigação/ETENE**. Fortaleza. 1990.

HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; TIBSHIRANI, Ryan J. Extended Comparisons of Best Subset Selection, Forward Stepwise Selection, and the Lasso. arXiv preprint arXiv:1707.08692, 2017. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1707.08692.pdf>>. Acesso em: 01 dez. de 2018.

JUNIOR, Jose Airton da Silveira; MENDONÇA, Kamila Vieira de Mendonça; SOARES, Ricardo Brito. Determinantes Da Inadimplência Dos Beneficiários Do Programa Agroamigo No Ceara. 2015.

KOHAVI, Ron *et al.* A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection. Vol. 14. 2. Montreal, Canadá. 1995. Disponível em: <<http://ai.stanford.edu/~ronnyk/accEst.pdf>>. Acesso em: 13 set. de 2018.

MACIEL, Harine Matos *et al.* O Impacto Do Programa de Microcrédito Rural (Agroamigo) Na Melhoria Das Condições Das Famílias Beneficiadas No Estado Do Ceará: Um Estudo de Caso. **Revista Econômica Do Nordeste** 40 (3), p. 559–86. 2009.

MENDONÇA, Kamila Vieira de. **Ensaio Sobre Microcrédito: Trajetória de Crescimento, Renovação E Inadimplência Dos Beneficiários**. 2014. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

NERI, Marcelo Cortes. *Microcrédito: O Mistério Nordestino E O Grameen Brasileiro: Perfil E Performance Dos Clientes Do Crediamigo*. FGV Editora. 2008.

TIBSHIRANI, Robert. Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series B (Methodological). JSTOR, 267–88. 1996. Disponível em: <
<https://pdfs.semanticscholar.org/1b65/af0b2847cf6edb1461eda659f08be27bc76d.pdf>
>. Acesso em: 15 set. de 2018.