

VITORIA GOMES VALEJO SANCHES

ANÁLISE DE MODELOS DE REGRESSÃO PARA  
PROJEÇÃO DA RECEITA DO MERCADO DE  
CRÉDITO

São Paulo  
2024



VITORIA GOMES VALEJO SANCHES

**ANÁLISE DE MODELOS DE REGRESSÃO PARA  
PROJEÇÃO DA RECEITA DO MERCADO DE  
CRÉDITO**

Trabalho apresentado à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para ob-  
tenção do Diploma de Engenheira de  
Produção.

São Paulo  
2024



VITORIA GOMES VALEJO SANCHES

# ANÁLISE DE MODELOS DE REGRESSÃO PARA PROJEÇÃO DA RECEITA DO MERCADO DE CRÉDITO

Trabalho apresentado à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para ob-  
tenção do Diploma de Engenharia de  
Produção.

Área de Concentração:  
Engenharia de Produção

Orientador:  
Prof. Dr. Fernando Berssaneti

São Paulo  
2024



Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Sanches, Vitória Gomes Valejo

Análise de modelos de regressão para projeção do mercado de crédito /

V. G. V. Sanches -- São Paulo, 2024.

123 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.CRÉDITO 2.REGRESSÃO 3.ESTATÍSTICA I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

# AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Fernando Berssaneti pela orientação, incentivo e apoio ao longo deste trabalho, essenciais para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, minha gratidão por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para minha formação.

À minha família, meu eterno agradecimento. À minha mãe, Maria Helena, e ao meu pai, Milton, por todo o amor, suporte e exemplo que me inspiraram a nunca desistir.

À minha irmã, Gabriela, por ser minha confidente, inspiração e porto seguro em todas as fases da vida.

À Ivone, por cuidar de mim com muito carinho e dedicação, sendo uma presença constante e especial na minha vida.

Ao meu namorado, Bruno, por estar ao meu lado em todos os momentos, oferecendo apoio, amor e compreensão, especialmente nos dias mais desafiadores desta jornada.

Aos meus amigos, especialmente Lara, Leonardo, João, André, Matias, Lucas, Fernando, Felipe e Victoria, que tornaram esta caminhada mais leve com suas risadas, apoio e companheirismo. Vocês fizeram cada conquista ser ainda mais significativa.

Agradeço também à empresa que estagio pela oportunidade de aprendizado e apoio durante este projeto.

Agradeço também aos funcionários da Universidade de São Paulo, cuja dedicação e competência garantem o funcionamento e a qualidade desta instituição, proporcionando um ambiente de aprendizado e crescimento para todos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu sincero reconhecimento e gratidão. Cada um de vocês teve um papel fundamental nessa conquista, e sou imensamente grata por todo o apoio recebido ao longo desta jornada.





# RESUMO

Nos últimos anos, o mercado de crédito tem apresentado um grande crescimento no Brasil, pelas mudanças comportamentais e econômicas. Este estudo buscou entender o comportamento dessas variáveis através de modelos estatísticos de regressão, como linear simples, linear múltipla e logística, de forma a investigar os fatores que impactam a variação de receita do mercado de crédito. Para isso, o mercado foi dividido em três subcategorias: recursos livres, direcionados e bancários (cartão de crédito), além da divisão por tipo de consumidor (pessoa física ou jurídica). Após a aplicação dos modelos estatísticos, foi possível projetar a receita esperada para o mercado de crédito dos próximos três anos. A regressão linear múltipla foi a principal recomendação como ferramenta ideal para a empresa ABC, permitindo integrar múltiplos fatores e melhorar a precisão das projeções financeiras, embora tenha sido recomendado a regressão logística para a projeção específica de Cartão de Crédito para pessoa física. Essa transição para um modelo mais avançado alinha-se ao objetivo de decisões orientadas por dados, garantindo competitividade e adaptabilidade em um mercado financeiro dinâmico. A recomendação de um modelo com múltiplas variáveis fundamenta-se em sua capacidade de explicar melhor os fenômenos financeiros, minimizar erros preditivos e ajustar-se às mudanças do mercado. Ao aplicar os modelos de regressão, a empresa pode compreender melhor os determinantes de receitas e ajustar suas estratégias de crédito, taxas e limites. Assim, a ABC estará preparada para responder às oscilações econômicas com maior eficácia, utilizando projeções estatísticas confiáveis como base para decisões estratégicas.

**Palavras-chave:** Regressão linear simples, regressão linear múltipla, regressão logística, projeções financeiras, mercado de crédito, análise estatística, tomada de decisão estratégica.

# ABSTRACT

In recent years, the credit market in Brazil has experienced significant growth due to behavioral and economic changes. This study aims to provide better understanding of the performance of the behavioral and economical variables associated with this growth through a serie of statistical models: simple linear regression, multiple linear regression, and logistic regression. This analysis is done in order to investigate the factors impacting revenue variation in the credit market. For this purpose, the market was divided into three subcategories: free resources, directed resources, and banking (credit cards), as well as a division by consumer type (individual or corporate). After applying the statistical models, it was possible to project the expected revenue for the credit market over the next three years. Multiple linear regression was the main recommendation as the ideal tool for company ABC, allowing the integration of multiple factors and improving the accuracy of financial projections, although logistic regression was recommended for the specific projection of credit cards for individuals. This transition to a more advanced model aligns with the goal of data-driven decisions, ensuring competitiveness and adaptability in a dynamic financial market. The recommendation for a model with multiple variables is based on its ability to better explain financial phenomena, minimize predictive errors, and adapt to market changes. By applying regression models, the company can better understand the determinants of revenue and adjust its credit strategies, rates, and limits. Thus, ABC will be better prepared to respond to economic fluctuations more effectively, using reliable statistical projections as a foundation for strategic decisions.

**Keywords:** Simple linear regression, multiple linear regression, logistic regression, financial projections, credit market, statistical analysis, strategic decision-making.

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	<i>Adiantamento sobre Contrato de Câmbio</i>
AUC	<i>Área sob a curva, em inglês Area Under the Curve</i>
Bacen	<i>Banco Central do Brasil</i>
BNDES	<i>Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social</i>
CDI	<i>Certificado de Depósito Interbancário</i>
CVM	<i>Comissão de Valores Mobiliários</i>
FEBRABAN	<i>Federação Brasileira de Bancos</i>
FGTS	<i>Fundo de Garantia do Tempo de Serviço</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
INPC	<i>Índice Nacional de Preços ao Consumidor</i>
IPCA	<i>Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo</i>
INSS	<i>Instituto Nacional do Seguro Social</i>
MAE	<i>Erro Médio Absoluto, em inglês Mean Absolute Error</i>
PIB	<i>Produto Interno Bruto</i>
PF	<i>Pessoa Física</i>
PJ	<i>Pessoa Jurídica</i>
PDCA	<i>Planejar, Fazer, Checar e Agir, em inglês Plan, Do, Check and Act</i>
RMSE	<i>Erro Quadrático Médio, em inglês Root Mean Squared Error</i>
ROC	<i>Curva de característica de operação do receptor</i>
SAM	<i>Mercado Endereçável, em inglês Serviceable Available Market</i>
Selic	<i>Sistema Especial de Liquidação e de Custódia</i>
SFH	<i>Sistema Financeiro de Habitação</i>
SDCA	<i>Padronizar, Fazer, Checar e Agir, em inglês Standardize, Do, Check and Act</i>
TAM	<i>Mercado Total, em inglês Total Available Market</i>

# LISTA DE FIGURAS

1	Crescimento do mercado de crédito . . . . .	18
2	Divisões do mercado financeiro . . . . .	25
3	Exemplo de Gráfico de Dispersão . . . . .	48
4	Fluxograma das etapas do trabalho . . . . .	57
5	Categorias Crédito Recursos Livres . . . . .	62
6	Categorias Crédito Recursos Direcionado . . . . .	62
7	Categorias Cartão de Crédito . . . . .	63
8	Correlação entre as variáveis . . . . .	67
9	Recursos Livres PF vs. FX Rate . . . . .	70
10	Recursos Livres PF vs. PIB Brasil . . . . .	71
11	Recursos Livres PF vs. População Brasil . . . . .	71
12	Recursos Livres PF vs. Consumo das Famílias . . . . .	72
13	Recursos Livres PF vs. Endividamento . . . . .	72
14	Recursos Livres PJ vs. PIB Brasil . . . . .	74
15	Recursos Livres PJ vs. Consumo das Famílias . . . . .	75
16	Recursos Livres PJ vs. Endividamento . . . . .	75
17	Cartão de Crédito PF vs. FX Rate . . . . .	77
18	Cartão de Crédito PF vs. PIB Brasil . . . . .	78
19	Cartão de Crédito PF vs. População . . . . .	78
20	Cartão de Crédito PF vs. Consumo das famílias . . . . .	79
21	Cartão de Crédito PF vs. Endividamento . . . . .	79
22	Cartão de Crédito PJ vs. PIB Brasil . . . . .	81
23	Cartão de Crédito PJ vs. População . . . . .	82

24	Cartão de Crédito PJ vs. Consumo das famílias . . . . .	82
25	Cartão de Crédito PJ vs. Endividamento . . . . .	83
26	Projeção Recursos Livres - PF a partir da regressão linear múltipla . . . .	86
27	Projeção Recursos Livres - PJ a partir da regressão linear múltipla . . . .	87
28	Projeção Cartão de Crédito - PF a partir da regressão linear múltipla . . .	88
29	Projeção Cartão de Crédito - PJ a partir da regressão linear múltipla . . .	90
30	Projeção Cartão de Crédito - PF a partir da regressão logística . . . . .	92
31	Modelo Excel para recursos livres - PF . . . . .	101
32	Modelo Excel para recursos livres - PF - continuação . . . . .	102
33	Modelo Excel para recursos livres - PJ . . . . .	103
34	Modelo Excel para recursos livres - PJ - continuação . . . . .	104
35	Modelo Excel para recursos direcionados - PJ . . . . .	105
36	Modelo Excel para recursos direcionados - PJ - continuação . . . . .	106
37	Modelo Excel para cartão de crédito - PF . . . . .	107
38	Modelo Excel para cartão de crédito - PF - continuação . . . . .	108
39	Modelo Excel para cartão de crédito - PJ . . . . .	109
40	Modelo Excel para cartão de crédito - PJ - continuação . . . . .	110
41	Variáveis do Estudo . . . . .	111
42	Variáveis Seleccionadas para o Estudo - continuação . . . . .	112
43	Variáveis Seleccionadas Projetadas . . . . .	113

## LISTA DE TABELAS

1	Margens de erro dos Recursos Livres - PF . . . . .	73
2	Equações lineares simples dos Recursos Livres - PF . . . . .	73
3	Margens de erro dos Recursos Livres - PJ . . . . .	76
4	Equações lineares simples dos Recursos Livres - PJ . . . . .	76
5	Margens de erro do Cartão de Crédito - PF . . . . .	80
6	Equações lineares simples do Cartão de Crédito - PF . . . . .	80
7	Margens de erro do Cartão de Crédito - PF . . . . .	83
8	Equações lineares simples do Cartão de Crédito - PF . . . . .	84

## LISTA DE QUADROS

1	Variáveis definidas para o estudo . . . . .	64
2	Correlação entre variáveis selecionadas . . . . .	68



# CONTEÚDO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>16</b>
1.1	Contextualização . . . . .	16
1.2	Definição do Problema . . . . .	19
1.3	Objetivo . . . . .	19
1.4	Justificativa . . . . .	20
1.5	Estrutura do Trabalho . . . . .	21
<b>2</b>	<b>Fundamentação teórica</b>	<b>23</b>
2.1	Mercado Financeiro . . . . .	23
2.1.1	Estrutura do Mercado de Crédito . . . . .	26
2.1.1.1	Recursos Livres - Pessoa Física . . . . .	26
2.1.1.2	Recursos Livres - Pessoa Jurídica . . . . .	31
2.1.1.3	Recursos Direcionados - Pessoa Jurídica . . . . .	35
2.1.1.4	Cartão de Crédito - Pessoa Física e Jurídica . . . . .	38
2.1.2	Fatores que influenciam o Mercado de Crédito . . . . .	40
2.2	Metodologia de Gestão e Melhoria . . . . .	41
2.3	Correlação . . . . .	43
2.3.1	Cálculo de correlação . . . . .	44
2.3.2	Ferramentas de correlação . . . . .	44
2.4	Métodos de Regressão . . . . .	45
2.4.1	Regressão Linear Simples . . . . .	46
2.4.2	Relação entre correlação e regressão linear . . . . .	49
2.4.3	Aplicações da regressão linear . . . . .	49
2.4.4	Regressão Linear Múltipla . . . . .	50

2.4.5	Regressão Logística . . . . .	52
2.4.6	Aplicações da regressão logística . . . . .	54
2.5	Aplicação estratégica . . . . .	55
<b>3</b>	<b>Método</b>	<b>57</b>
3.1	Metodologia PDCA . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Análise do Mercado Atual</b>	<b>61</b>
4.1	Tamanho do mercado de crédito . . . . .	61
4.2	Definição de variáveis . . . . .	64
4.3	Variáveis Seleccionadas . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Projeção do Mercado</b>	<b>69</b>
5.1	Regressão Linear Simples . . . . .	69
5.1.1	Recursos Livres para Pessoas Físicas . . . . .	70
5.1.2	Recursos Livres para Pessoas Jurídicas . . . . .	74
5.1.3	Cartão de Crédito para Pessoas Físicas . . . . .	77
5.1.4	Cartão de Crédito para Pessoas Jurídicas . . . . .	81
5.1.5	Aplicação da Regressão Linear Simples . . . . .	84
5.2	Regressão Linear Múltipla . . . . .	85
5.2.1	Recursos Livres - PF . . . . .	85
5.2.2	Recursos Livres - PJ . . . . .	87
5.2.3	Cartão de Crédito - PF . . . . .	88
5.2.4	Cartão de Crédito - PJ . . . . .	89
5.2.5	Aplicação da Regressão Linear Múltipla . . . . .	90
5.3	Regressão Logística . . . . .	91
5.3.1	Cartão de Crédito - PF . . . . .	92
5.3.2	Aplicação da Regressão Logística . . . . .	93

<b>6 Conclusão</b>	<b>95</b>
6.1 Conclusão do Trabalho . . . . .	95
6.2 Limitações do Estudo . . . . .	96
6.3 Próximos Passos . . . . .	97
<b>Referências</b>	<b>99</b>
<b>Apêndice A – Modelagem TAM: Recursos Livres PF</b>	<b>101</b>
<b>Apêndice B – Modelagem TAM: Recursos Livres PJ</b>	<b>103</b>
<b>Apêndice C – Modelagem TAM: Recursos Direcionados PJ</b>	<b>105</b>
<b>Apêndice D – Modelagem TAM: Cartão de Crédito PF</b>	<b>107</b>
<b>Apêndice E – Modelagem TAM: Cartão de Crédito PJ</b>	<b>109</b>
<b>Apêndice F – Variáveis Seleccionadas</b>	<b>111</b>
<b>Apêndice G – Variáveis Projetadas</b>	<b>113</b>
<b>Apêndice H – Código Jupyter Notebook</b>	<b>114</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma introdução ao tema deste estudo, detalhando o contexto, a definição do problema, o principal objetivo, justificativa e estrutura para este trabalho.

O mercado de crédito desempenha um papel essencial na dinâmica econômica brasileira, facilitando o acesso a recursos tanto para consumidores quanto para empresas, e sua recente evolução está intimamente ligada a uma série de variáveis econômicas e sociais, como as taxas de juros, a inflação, o nível de desemprego e o comportamento do consumo das famílias.

No entanto, a capacidade das instituições financeiras de projetar o futuro desse mercado tem sido limitada pela complexidade e pela constante mudança dessas variáveis, apesar de essa projeção ser extremamente importante para que possam ajustar suas estratégias de forma assertiva e aproveitar as oportunidades que surgem. A utilização de ferramentas matemáticas, como regressão linear e logística, se torna, portanto, uma abordagem promissora para antecipar tendências e melhorar a tomada de decisão no setor financeiro.

## 1.1 Contextualização

O mercado de crédito é um segmento importante para intermediação entre aqueles que possuem recursos disponíveis para emprestar e aqueles que necessitam de financiamento para diversas atividades. Esse ambiente é extremamente amplo e diversificado, envolvendo uma variedade de participantes, em inglês *stakeholders*, como bancos, instituições financeiras, investidores e consumidores. Cada um desses agentes desempenha um papel fundamental na dinâmica do mercado, contribuindo para sua complexidade e relevância na economia.

Esse mercado não apenas facilita o consumo e o investimento, mas também apresenta diferentes perfis de risco, permitindo que os participantes escolham opções que se alinhem

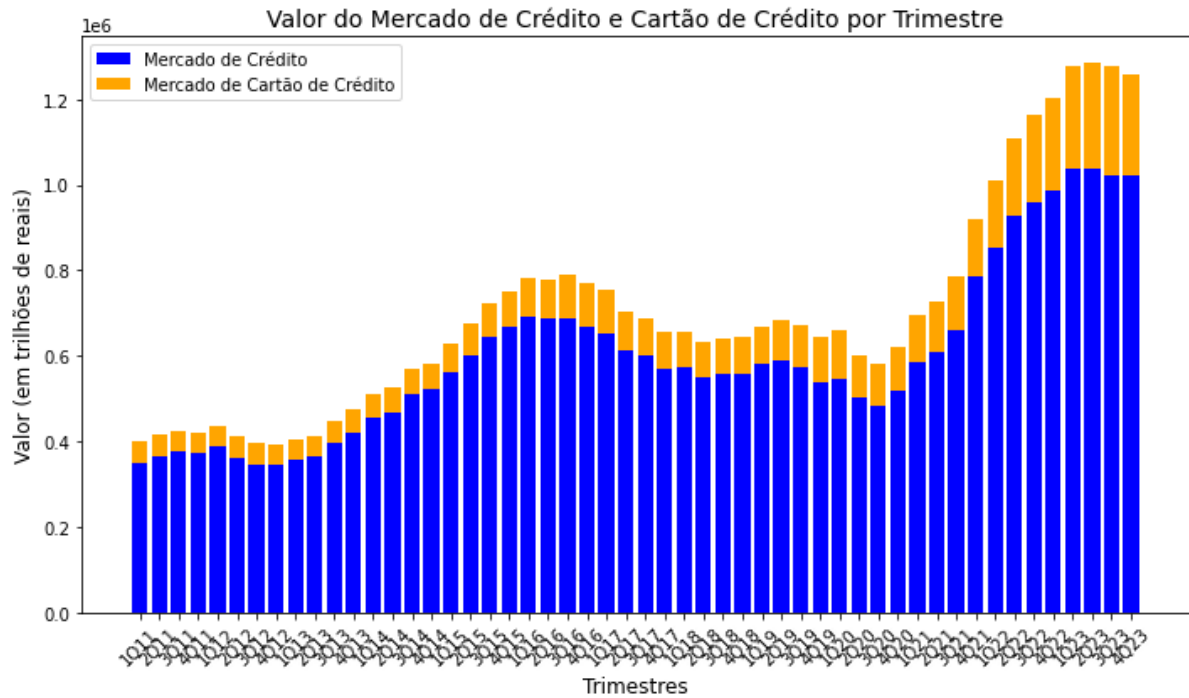
às suas necessidades e objetivos financeiros. Isso é essencial para o crescimento econômico de um país, uma vez que promove a circulação de capital e a realização de projetos que poderiam não ser viáveis.

No Brasil, o mercado de crédito desempenha um papel fundamental, especialmente para os consumidores pessoa física, uma vez que ele possibilita o acesso a recursos financeiros que são indispensáveis para a aquisição de bens de consumo duráveis, como imóveis e veículos, o que melhora a qualidade de vida dos consumidores e estimula a produção e o emprego em setores relacionados. Para as pessoas jurídicas, o mercado de crédito se torna uma ferramenta eficaz para a captação de recursos, permitindo a realização de investimentos em diversos ramos da economia, além de facilitar expansões empresariais e inovações tecnológicas. Esses fatores contribuem significativamente para o crescimento econômico brasileiro e para a geração de empregos, criando um ciclo virtuoso de desenvolvimento.

Nos últimos anos, esse mercado no Brasil tem experimentado um crescimento notável, crescendo o saldo em 9,9% ao ano, impulsionado por uma variedade de fatores econômicos e sociais, entre eles destacam-se o aumento da renda das famílias, baixos índices de inadimplência e a queda do juros. Essas mudanças têm um impacto profundo tanto nos consumidores quanto nas instituições financeiras, influenciando a forma como o crédito é ofertado e utilizado. (FEBRABAN, 2024)

A Figura 1, que ilustra o mercado total endereçável (em inglês, *Total Addressable Market* - TAM) do mercado de crédito livre, direcionado e bancário, com foco exclusivo em cartões de crédito, revela a magnitude desse mercado e a sua importância no contexto econômico atual. Essa representação gráfica destaca o potencial de crescimento e serve como um indicativo das oportunidades que existem para os diversos agentes envolvidos. À medida que o mercado evolui, a necessidade de uma compreensão mais profunda das dinâmicas de crédito se torna cada vez mais evidente, permitindo que todos os *stakeholders* se posicionem de maneira estratégica para aproveitar as oportunidades emergentes.

Figura 1: Crescimento do mercado de crédito



Fonte: Elaborada pela autora

Assim, o mercado de crédito se reafirma como um pilar fundamental da economia brasileira, impactando significativamente a vida dos cidadãos e o desenvolvimento das empresas. Com a promessa de um futuro ainda mais dinâmico, novas tecnologias e tendências sociais continuarão a moldar a forma como o crédito é acessado e utilizado, sendo que essa evolução apresenta diversos desafios e oportunidades que devem ser considerados por todos os *stakeholders* envolvidos.

Para as instituições financeiras, compreender as motivações por trás das variações no mercado é um grande diferencial, visto que permite projetar o mercado para os próximos anos, realizar análises mais profundas e estimar os impactos nos principais negócios da empresa. Dessa forma, as instituições podem tomar decisões estratégicas mais informadas e entender melhor o comportamento dos clientes diante das mudanças sociais e econômicas que ocorrem.

## 1.2 Definição do Problema

O mercado de crédito no Brasil está experimentando diversas mudanças nos últimos anos, influenciadas por vários fatores econômicos e sociais, e os bancos não estão conseguindo projetar esse mercado de forma eficiente e assertiva. A variação das taxas de juros, do desemprego do país, do consumo das famílias e do Produto Interno Bruto (PIB) nacional são alguns fatores que podem ter impactado o mercado, de forma que a incapacidade de entender essas interações resultam em decisões mal fundamentadas, levando a perdas financeiras e à diminuição da competitividade das instituições.

As instituições financeiras tem conseguido dimensionar o tamanho do mercado em receita utilizando dados públicos fornecidos pelo Banco Central do Brasil (Bacen), de forma a calcular a sua representatividade de mercado (ou em inglês, seu *market share*). Porém, os dados históricos estão sendo analisados e projetados humanamente, sem necessariamente um racional estatístico para uma projeção assertiva do mercado, entendendo as variáveis que mais influenciam o comportamento da receita de crédito.

Sendo assim, essa falta de um modelo estatístico dificulta a antecipação das tendências e compromete a rentabilidade das operações de crédito, tornando mais difícil para os bancos gerenciar seus portfólios de forma eficaz, uma vez que não há conhecimento sobre o impacto das mudanças das variáveis na receita de crédito. Isso também prejudica a capacidade de ajustar as taxas de juros em cada operação e os limites de crédito estabelecidos para um determinado período de maneira estratégica, o que é essencial para a sustentabilidade a longo prazo.

Sendo assim, esse problema envolve não só a falta de conhecimento sobre a projeção do mercado de crédito, mas também a dificuldade de tomada de decisão orientada por dados. Isso impede que as instituições financeiras integrem variáveis externas de forma eficaz em suas estratégias, ficando baseada apenas em suposições ou dados incompletos, o que aumenta o risco de perdas financeiras e diminui a competitividade com os concorrentes de mercado.

## 1.3 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é selecionar um modelo estatístico que seja capaz de projetar a receita do mercado de crédito de maneira assertiva, a partir das variáveis que mais impactaram o comportamento histórico desse mercado. Para isso, é fundamental

entender quais fatores apresentam uma correlação alta com a variação de receita nos últimos anos, consolidando uma base sólida para a construção de um modelo de projeções mais preciso e assertivo.

Com o mapeamento desses fatores, o intuito é utilizar técnicas de modelagem matemática, como a regressão linear simples e múltipla e a regressão logística, para projetar o comportamento do mercado nos próximos três anos, de forma que essa ferramenta quantitativa ajude a construir um modelo preditivo que possa capturar as tendências e padrões observados nos dados históricos. A aplicação desses modelos matemáticos permitirá estimar de maneira mais assertiva como as variáveis econômicas poderão influenciar o mercado de crédito, contribuindo para a tomada de decisões mais informadas por parte das instituições financeiras.

Por fim, o objetivo final é entender o impacto que essa projeção terá em uma instituição financeira, para que ela se adapte às mudanças, principalmente em um cenário econômico dinâmico, em que a capacidade de antecipar tendências e fazer ajustes estratégicos em tempo hábil será um diferencial competitivo importante. Por questão de sigilo, denominaremos a instituição financeira com um nome fantasia: ABC, de forma que este trabalho busca fornecer uma ferramenta estatística de previsão do mercado e entender o impacto estratégico para essa instituição que atua no setor financeiro.

## 1.4 Justificativa

A justificativa deste estudo está atrelado à importância de fornecer uma visão mais precisa e fundamentada sobre o mercado de crédito, algo essencial para as instituições financeiras que precisam tomar decisões estratégicas com base em dados concretos e projeções assertivas. O mercado de crédito brasileiro tem enfrentado variações significativas nos últimos anos devido a uma série de fatores externos, sendo que entender como esses fatores influenciam o mercado e ser capaz de projetá-los para o futuro é crucial para a tomada de decisões estratégicas e a gestão eficaz de riscos.

A capacidade de prever o comportamento do mercado de crédito pode ter um impacto direto na rentabilidade e competitividade da instituição financeira ABC, visto que, ao ajustar suas estratégias de concessão de crédito e seus investimentos de acordo com as projeções de mercado, ela pode maximizar suas oportunidades de crescimento, além de reduzir os riscos associados à inadimplência e a exposição à flutuações econômicas. Instituições financeiras que não conseguem prever as mudanças do mercado de forma efi-



ciente podem se ver em desvantagem, com decisões estratégicas mal fundamentadas e, consequentemente, prejuízos financeiros.

Outro impacto que pode ter na ABC é no desenvolvimento de políticas internas, uma vez que esse modelo pode auxiliar a segmentar melhor seus clientes, oferecendo crédito de forma mais eficiente e direcionada. Isso pode envolver a adaptação dos limites da carteira de crédito, até os prazos e taxas de juros, de acordo com as perspectivas econômicas. Essa abordagem baseada em dados pode também ajudar os bancos a responder rapidamente às mudanças nas preferências do consumidor e adaptar seus produtos às novas demandas do mercado.

Por isso, a modelagem com previsão estatística baseada em dados é uma ferramenta valiosa para garantir a sustentabilidade das operações no longo prazo e é uma questão de competitividade e adaptação estratégica. O mercado financeiro é altamente dinâmico e está sujeito a mudanças rápidas e imprevisíveis, seja devido a fatores econômicos, regulatórios ou tecnológicos. Em um cenário como esse, a capacidade de antecipar tendências e ajustar suas operações de forma ágil e eficiente pode ser a chave para o sucesso da ABC.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em 6 capítulos: Introdução, Fundamentação teórica, Método, Análise do mercado atual, Projeção do mercado e Conclusão. A primeira etapa do seu desenvolvimento consistiu no levantamento de literatura sobre o mercado de crédito brasileiro, sua estrutura e as tendências que têm impactado o setor; e dos modelos estatísticos (como correlações e regressões) e suas aplicações práticas. Essa revisão teórica serviu como base para a construção do conhecimento necessário para a análise, permitindo uma compreensão abrangente das dinâmicas do mercado de crédito e dos métodos estatísticos.

A segunda etapa envolveu a descrição do método do estudo e a construção do modelo TAM do mercado de crédito, utilizando dados públicos e fontes governamentais, o que permitiu visualizar o tamanho do mercado como um todo e delimitar o estudo. Nesta etapa também foi realizada uma análise do histórico do mercado, com foco em estabelecer as principais variáveis que impactam o mercado. Para isso foi utilizado métodos de correlação com indicadores financeiros, como taxas de juros, PIB, desemprego, câmbio, consumo das famílias e outras métricas econômicas relevantes, para enfim selecionar as variáveis do estudo.

A terceira etapa consistiu na aplicação e testes dos modelos matemáticos mais adequados para a análise, como regressão linear e logística. A fundamentação teórica permitiu uma aplicação mais eficaz dos modelos escolhidos, garantindo que as análises fossem bem embasadas e que os resultados obtidos fossem confiáveis. Essa etapa também permitiu identificar qual modelo ofereceu o melhor resultado em termos de precisão e aplicabilidade no contexto da instituição ABC.

As considerações finais abordaram como aplicar essas projeções na construção de estratégias para instituições do mercado financeiro, destacando a relevância prática do trabalho e suas implicações para a tomada de decisão estratégica.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica para o trabalho, descrevendo o mercado financeiro no Brasil, passando por cada uma das modalidades de crédito consideradas para esse estudo, e os principais modelos matemáticos considerado, sendo eles regressão linear simples, múltipla e regressão logística.

### 2.1 Mercado Financeiro

O mercado financeiro é o ambiente onde se realizam transações de compra e venda de ativos financeiros, como ações, títulos de dívida, moedas e derivativos, de forma que ele conecta os investidores que buscam rentabilidade com os tomadores de recursos que necessitam de financiamento para suas atividades produtivas. Esse mercado é composto por diversos segmentos, cada um com suas características e funcionalidades específicas, e é fundamental para a manutenção da liquidez econômica e a alocação eficiente de recursos. (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

Os professores Costa Júnior e Goulart (2011) definem os ativos reais como bens tangíveis e intangíveis que uma empresa utiliza para operar, como maquinário e patentes. Para adquirir esses ativos, as empresas precisam de capital, que pode ser obtido por meio da emissão de ativos financeiros, como ações e debêntures, de forma que esses ativos financeiros representam direitos sobre recursos e possibilitam que as empresas captem o dinheiro necessário para seus investimentos.

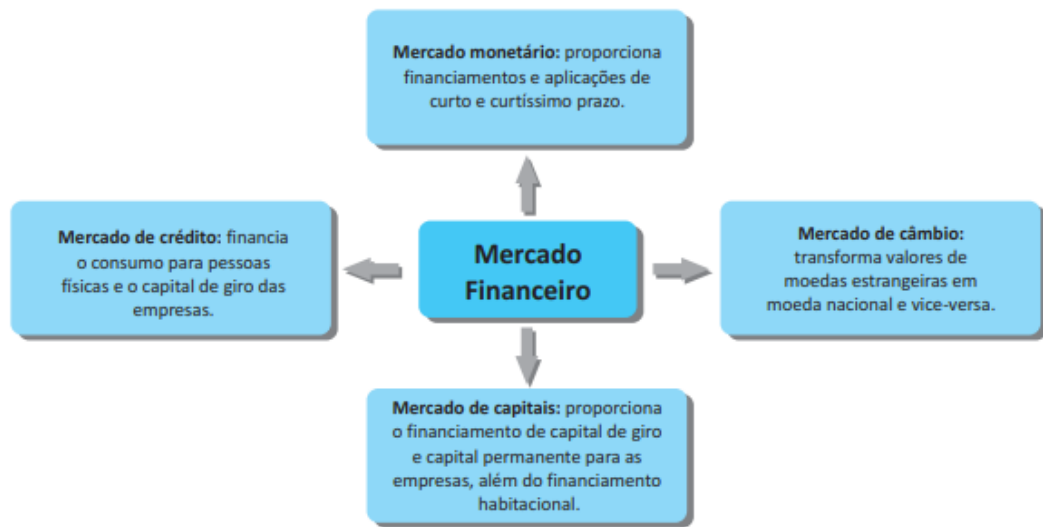
A existência de ativos financeiros é justificada pelo fato de que a renda total da economia não é completamente consumida, e as famílias e o governo podem optar por poupar. Essa poupança é, então, canalizada para o mercado financeiro, onde é utilizada para financiar investimentos, ou seja, permite que os recursos sejam direcionados para projetos que gerem retorno. Essa intermediação financeira é fundamental para a facilitação do fluxo de recursos entre poupadores e tomadores, e a partir dissom elas ajudam a reduzir os custos de transação e a oferecer serviços que tornam o processo de captação e concessão de

crédito mais eficiente. Essa intermediação é essencial para garantir que os recursos sejam disponibilizados de forma eficaz e as principais vantagens da existência de intermediários financeiros são: (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

- A. **Economia de Escala:** intermediários financeiros operam continuamente, permitindo a obtenção de economias de escala inacessíveis para tomadores de recursos e poupadores;
- B. **Divisibilidade e flexibilidade:** reúnem pequenos montantes de poupança para adquirir títulos primários em diversas quantidades, aumentando a atratividade para os poupadores e oferecendo flexibilidade aos tomadores de empréstimos;
- C. **Diversificação do risco:** compram diferentes títulos primários, diluindo os riscos assumidos e transferindo esses benefícios aos poupadores, resultando em maior liquidez para os títulos indiretos;
- D. **Prazos de Vencimento:** transformam títulos primários com prazos específicos em títulos indiretos com maturidades variadas, proporcionando opções mais flexíveis;
- E. **Especialização:** são especialistas na compra de títulos primários, eliminando inconvenientes que os poupadores enfrentariam ao negociar diretamente com vários credores.

A partir dessas funções do mercado financeiro, é possível segmentá-lo em algumas categorias, sendo que os autores propõem uma divisão em quatro segmentos: mercado de crédito, mercado de câmbio, mercado monetário e mercado de capitais. A Figura 2 é uma representação feita pelos autores Costa Júnior e Goulart (2011) das divisões do mercado financeiro:

Figura 2: Divisões do mercado financeiro



Fonte: Adaptada de Costa Júnior e Goulart (2011)

O mercado de crédito é responsável por financiar o consumo de pessoas físicas e o capital de giro das empresas, geralmente por meio de concessões de crédito de curto e médio prazo. Nesse mercado, atuam intermediários bancários, como bancos comerciais e financeiras, sob a supervisão do Bacen, que controla, normatiza e fiscaliza as operações. (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

Já o mercado de câmbio facilita a conversão de moedas estrangeiras em moeda nacional e vice-versa, apoiando tanto as exportações quanto as importações. Este mercado também opera com transações de curto prazo e é regulado pelo Bacen, com a participação de bancos comerciais e corretoras. (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

O mercado monetário, por sua vez, oferece financiamentos e aplicações de curto e curtíssimo prazo, sendo essencial para o controle da liquidez da economia pelo governo federal, através do Bacen. Ele é responsável pela formação das taxas de juros básicas, como a taxa SELIC e a taxa CDI, e realiza operações de mercado aberto para ajustar a quantidade de moeda em circulação. (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

Por fim, o mercado de capitais proporciona financiamento de capital de giro e de longo prazo, além de financiamento habitacional, com operações que podem ter prazos indeterminados. As instituições não bancárias, como as que compõem o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE), são os principais intermediários nesse mercado, que

é regulado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

### **2.1.1 Estrutura do Mercado de Crédito**

Ainda citando os autores Costa Júnior e Goulart (2011), as operações de crédito no Brasil abrangem uma ampla gama de produtos financeiros podendo ser classificadas de acordo com a natureza do tomador (pessoa física ou jurídica) e o tipo de crédito envolvido. Elas são mediadas principalmente por instituições financeiras, como bancos comerciais, financeiras e cooperativas de crédito, sob a supervisão do Bacen, que regula as condições de concessão e o controle das operações. Essas instituições financeiras tem um papel fundamental como intermediárias, uma vez que fazem a conexão entre a oferta de crédito e a demanda por financiamento, sendo responsáveis por avaliar riscos, garantir a solvência e otimizar a distribuição dos recursos financeiros.

Para as pessoas físicas, as principais modalidades de crédito incluem o crédito pessoal, o crédito consignado e o financiamento de bens duráveis; enquanto para pessoas jurídicas, as operações de crédito envolvem principalmente o capital de giro, os financiamentos para investimentos e operações voltadas para a exportação e o desenvolvimento de empresas de grande porte, que, com base em garantias sólidas e um histórico de crédito consolidado, conseguem acessar crédito de longo prazo com condições vantajosas. (COSTAJÚNIOR; GOULART, 2011)

As operações de crédito no Brasil estão sujeitas a uma série de regulamentações e controles que visam proteger tanto os consumidores quanto os credores, além de manter a estabilidade do sistema financeiro. O Bacen desempenha um papel fundamental nesse contexto, fiscalizando as instituições financeiras e implementando políticas monetárias que afetam diretamente as taxas de juros e as condições de concessão de crédito. Costa Júnior e Goulart (2011) ressaltam a importância dessas operações para o crescimento da economia, uma vez que elas permitem que consumidores e empresas tenham acesso a recursos necessários para realizar seus projetos e investimentos, contribuindo assim para o desenvolvimento econômico do país.

#### **2.1.1.1 Recursos Livres - Pessoa Física**

O crédito com recursos livres para pessoa física refere-se ao financiamento concedido pelas instituições financeiras sem vinculação ou destinação específica do recurso, ou seja, esse crédito é flexível e pode ser utilizado pelo consumidor para qualquer fim, como

aquisição de bens de consumo, despesas pessoais, investimentos ou outros compromissos financeiros. Ele engloba produtos como empréstimos pessoais, cheque especial, cartões de crédito (rotativo, parcelado e à vista), entre outros. (PESENTE, 2019)

O autor Pesente (2019) explica que, apesar desse tipo de crédito ter alta flexibilidade, normalmente envolvem taxas de juros mais altas, especialmente em modalidades como o crédito rotativo do cartão de crédito, devido ao risco associado ao perfil do tomador e à natureza do financiamento. O crédito livre oferece ao tomador a autonomia de decidir como utilizar os recursos, sem a necessidade de comprovar a aplicação do valor recebido.

Abaixo temos algumas modalidades de crédito com recursos livres, destinados para pessoas físicas, com as respectivas descrições que o autor Pesente (2019) apresenta:

#### **A. Cheque Especial**

O cheque especial é uma modalidade de crédito destinada a situações emergenciais, onde o cliente pode utilizar valores além do saldo disponível na sua conta corrente. Essa linha de crédito é pré-aprovada pelo banco, o que facilita o acesso imediato ao crédito, sendo uma alternativa rápida para cobrir eventuais imprevistos financeiros.

No entanto, essa modalidade tem uma desvantagem significativa: as taxas de juros são elevadas, ou seja, o uso contínuo do cheque especial pode gerar altos custos ao cliente, já que, além dos juros altos, não há um planejamento formal para o pagamento da dívida.

#### **B. Crédito Pessoal Não Consignado**

O crédito pessoal não consignado é uma modalidade de empréstimo pessoal que não exige vinculação direta com a fonte de renda do tomador, ou seja, o crédito é disponibilizado sem a necessidade de desconto automático na folha de pagamento, o que implica em uma avaliação de crédito mais rigorosa por parte da instituição financeira.

Sendo assim, as taxas de juros dessa modalidade são, em geral, mais altas, dado o maior risco para a instituição financeira, que não tem a garantia de pagamento vinculada à remuneração do tomador. Esse crédito é amplamente utilizado para cobrir despesas pessoais, como pagamento de dívidas, reformas ou outros gastos não planejados.

#### **C. Crédito Pessoal Consignado**

O crédito pessoal consignado é uma forma de empréstimo onde as parcelas são descontadas diretamente da fonte de pagamento do cliente, seja a folha de pagamento, aposentadoria ou pensão. Como há uma segurança do pagamento automático, essa

modalidade oferece taxas de juros mais baixas em comparação ao crédito não consignado, sendo ele ideal para pessoas que possuem uma fonte de renda fixa, pois as parcelas são descontadas diretamente, o que reduz o risco de inadimplência.

- **Público:** O crédito consignado público é destinado a servidores públicos, que possuem estabilidade no emprego e, conseqüentemente, maior garantia de pagamento. Isso permite que os bancos ofereçam taxas de juros mais baixas, já que o risco de inadimplência é reduzido.
- **Privado:** O crédito consignado privado é oferecido aos trabalhadores da iniciativa privada, com condições de pagamento similares ao crédito consignado público, mas com taxas ligeiramente mais altas devido ao maior risco percebido pelas instituições financeiras. A segurança de pagamento vem da vinculação com a remuneração regular do trabalhador.
- **Instituto Nacional do Seguro Social (INSS):** O crédito consignado para INSS é destinado a aposentados e pensionistas, com taxas ainda mais baixas, devido à estabilidade das fontes de renda relacionadas à aposentadoria ou pensão, de forma que esse tipo de crédito se caracteriza por um risco extremamente baixo de inadimplência, o que se reflete em taxas de juros bastante favoráveis.

#### D. Aquisição de Bens Total

O crédito para aquisição de bens é uma forma de financiamento destinada à compra de bens de consumo duráveis, como veículos, móveis e eletrodomésticos. Essa modalidade é estruturada de maneira a permitir que o consumidor adquira o bem imediatamente, com pagamento parcelado, sendo que as condições de pagamento podem variar, mas em geral, as taxas de juros são mais altas quando comparadas ao crédito consignado, uma vez que o banco assume um risco maior.

- **Veículos:** O crédito para a aquisição de veículos é uma das formas mais comuns de financiamento no Brasil, permitindo ao consumidor a compra de carros, motos ou outros tipos de transporte. Geralmente, o veículo adquirido serve como garantia do empréstimo, o que permite que os bancos ofereçam taxas de juros mais competitivas, no entanto, esse tipo de financiamento pode envolver prazos mais curtos para o pagamento.
- **Outros bens:** O crédito para aquisição de outros bens abrange a compra de itens como móveis, eletrodomésticos e equipamentos. Embora a estrutura de pagamento seja similar à do financiamento de veículos, os prazos e as taxas de



juros variam conforme o tipo de bem adquirido, e é frequentemente utilizada em estabelecimentos comerciais, onde o pagamento pode ser feito em várias parcelas.

#### E. Arrendamento Mercantil Total

O arrendamento mercantil, ou em inglês *leasing*, é uma operação financeira na qual o cliente “aluga” um bem com a opção de compra ao final do contrato, servindo como uma alternativa ao financiamento tradicional, tendo a flexibilidade de uso do bem antes de decidir pela compra definitiva. O *leasing* pode ser vantajoso, especialmente para empresas que necessitam de bens de uso temporário ou que preferem não adquirir o bem de imediato.

- **Veículos:** O arrendamento mercantil de veículos permite ao cliente utilizar o veículo por um período determinado, com a opção de comprá-lo ao final do contrato. Essa modalidade é bastante utilizada por empresas e pessoas físicas que não desejam assumir o compromisso de compra imediata, mas querem ter a posse do bem por determinado tempo.
- **Outros bens:** O arrendamento mercantil de outros bens pode incluir equipamentos, imóveis ou máquinas, sendo uma alternativa vantajosa para quem precisa de bens de alto valor e não deseja comprometer grandes quantidades de capital imediatamente. Esse tipo de operação pode ser vantajoso para quem necessita de bens de capital temporários e quer ter a opção de compra ao final do contrato.

#### F. Desconto de Cheques

O desconto de cheques é uma operação onde o cliente antecipa o valor de cheques a vencer, de forma que a instituição financeira desconta uma taxa e libera o valor ao cliente imediatamente. Apesar dessa modalidade de crédito oferecer rapidez no acesso ao dinheiro, ela também pode envolver custos consideráveis, principalmente se o cheque estiver sujeito a risco de devolução. O banco assume o risco do pagamento do cheque, o que justifica o desconto nas condições de pagamento.

#### G. Composição de Dívidas

A composição de dívidas é uma solução financeira onde o tomador pode consolidar múltiplas dívidas em um único empréstimo, ou seja, muito utilizada quando o cliente possui diversas obrigações financeiras e busca simplificar o pagamento, reunindo todas as dívidas em uma única parcela. Essa operação pode resultar em melhores condições de pagamento, com redução de taxas de juros, o que ajuda o cliente a controlar sua dívida de maneira mais eficiente.

## H. Outros Créditos Livres

Os outros créditos livres são empréstimos que podem ser utilizados para qualquer finalidade, como viagens, educação ou emergências financeiras. Essa categoria é caracterizada pela flexibilidade no uso do crédito, mas também por uma variação significativa nas condições de pagamento, dependendo da instituição financeira e do perfil do cliente. Esses empréstimos não exigem comprovação de uso do recurso, oferecendo uma liberdade maior para o consumidor, mas com taxas de juros que podem ser mais altas do que outras modalidades com garantias.

## I. Crédito Imobiliário

O crédito imobiliário é uma modalidade de financiamento destinada à compra de imóveis, sendo oferecido em prazos mais longos e com taxas de juros reduzidas, principalmente quando comparado a outras modalidades de crédito pessoal.

- **Comercial:** O crédito comercial para imóveis é oferecido por bancos privados, sendo estruturado de acordo com as condições e taxas do mercado. Essa modalidade pode ter condições mais flexíveis, mas geralmente apresenta taxas de juros mais altas em comparação ao crédito SFH.
- ***Home Equity*:** O *home equity* é um tipo de financiamento onde o cliente utiliza a própria propriedade como garantia para obter um empréstimo. Essa modalidade oferece taxas mais baixas devido à garantia adicional, sendo uma excelente opção para quem deseja obter valores mais altos e com prazos mais longos.
- **Livre:** O crédito livre é uma modalidade sem vínculos específicos, permitindo que os recursos sejam utilizados para qualquer finalidade relacionada à compra ou melhoria de um imóvel. As taxas de juros podem ser competitivas, mas essa modalidade tende a ser menos comum do que outras modalidades vinculadas a fundos como o FGTS ou o SFH.
- **FGTS:** O financiamento FGTS utiliza os recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço para a compra de imóveis, com condições favoráveis de pagamento e taxas de juros mais baixas. Essa modalidade tem como objetivo facilitar o acesso à casa própria para trabalhadores com contas ativas no FGTS.
- **Sistema Financeiro de Habitação (SFH):** O SFH é uma das modalidades mais populares de financiamento imobiliário no Brasil, regulamentada pelo governo, oferecendo condições especiais e taxas de juros reduzidas. O SFH é voltado principalmente para a aquisição de imóveis residenciais, e é caracterizado por um processo simplificado e condições acessíveis de pagamento.

### **2.1.1.2 Recursos Livres - Pessoa Jurídica**

O crédito recursos livres para pessoa jurídica é uma forma de financiamento destinada a empresas, que também não exige uma finalidade específica para o uso do recurso. Ele pode ser utilizado pelas empresas para diferentes necessidades, como capital de giro, aquisição de bens, expansão de operações, investimentos em infraestrutura, ou reestruturação financeira. (PESENTE, 2019)

Pesente (2019) observa que esse tipo de crédito proporciona grande flexibilidade para as empresas, permitindo que elas ajustem o uso do recurso conforme a necessidade operacional ou estratégica do momento. Embora as condições de pagamento e as taxas de juros variem, esse financiamento normalmente possui taxas de juros mais baixas do que as oferecidas para pessoas físicas, devido ao perfil corporativo e ao volume de operações das empresas. No entanto, as instituições financeiras geralmente exigem garantias ou garantias reais para reduzir o risco do empréstimo. O autor descreve cada uma das modalidades, conforme apresentado abaixo:

#### **A. Desconto de Duplicatas e Recebíveis**

O desconto de duplicatas e recebíveis é uma operação em que a empresa antecipa o pagamento de suas duplicatas a vencer, ou seja, a instituição financeira compra esses títulos de crédito da empresa com desconto, e paga uma parte do valor imediatamente. Essa operação é muito utilizada por empresas que precisam de liquidez rápida, permitindo que o capital de giro seja mantido sem esperar o prazo de vencimento dos recebíveis. A principal desvantagem dessa modalidade são as taxas de desconto, que podem ser altas dependendo da qualidade do crédito e da instituição financeira envolvida.

#### **B. Desconto de Cheques**

O desconto de cheques para pessoa jurídica segue a mesma lógica do desconto de cheques pessoais, mas no contexto empresarial. Nesse caso, a empresa antecipa o valor de cheques recebidos a vencer, porém ela costuma envolver taxas de juros elevadas, já que o risco de inadimplência é assumido pela instituição financeira até o momento do pagamento do cheque.

#### **C. Antecipação de Cartão de Crédito**

A antecipação de cartão de crédito permite que as empresas antecipem o recebimento das vendas realizadas no cartão de crédito, oferecendo rapidez no acesso ao capital,

uma vez que o valor das vendas pode ser antecipado em um curto espaço de tempo. A desvantagem, no entanto, são as taxas elevadas, já que a instituição financeira assume o risco de não pagamento por parte do cliente final e cobra uma taxa de antecipação.

#### D. Capital de Giro Total

O capital de giro é essencial para que as empresas possam manter suas operações diárias, cobrindo custos com fornecedores, salários e outras despesas operacionais.

- **Até 365 dias:** O capital de giro até 365 dias refere-se a empréstimos e linhas de crédito com prazos curtos, geralmente de um ano ou menos. Geralmente, é utilizado para cobrir necessidades emergenciais de fluxo de caixa da empresa, sendo uma solução rápida, mas que pode envolver custos mais elevados, principalmente se o risco da empresa for maior.
- **Acima de 365 dias:** O capital de giro acima de 365 dias oferece prazos mais longos, permitindo que a empresa tenha uma maior flexibilidade para lidar com suas necessidades financeiras. Pode ser utilizado para financiar necessidades mais duradouras, mas as taxas de juros geralmente são mais baixas em comparação aos prazos curtos.
- **Rotativo:** O capital de giro rotativo permite que a empresa utilize o crédito de forma contínua, pagando juros apenas sobre o valor utilizado. Essa modalidade é especialmente útil para empresas que precisam de recursos de forma constante e para atender a oscilações de caixa, mas as taxas de juros podem ser elevadas.

#### E. Conta Garantida

A conta garantida é uma linha de crédito que permite à empresa manter seu caixa no saldo negativo por um período determinado, podendo ser uma solução rápida para cobrir deficiências temporárias de caixa, especialmente quando há necessidade de pagar fornecedores ou realizar pagamentos importantes. No entanto, as taxas de juros são elevadas, pois a instituição financeira assume um risco maior devido à falta de garantias tangíveis.

#### F. Cheque Especial

O cheque especial para pessoa jurídica é uma linha de crédito que permite que a empresa faça saques além do saldo disponível na conta corrente, funcionando de forma semelhante ao cheque especial para pessoas físicas. Apesar de ser uma solução prática e rápida, o cheque especial envolve altas taxas de juros, sendo uma das formas mais caras de crédito, o que pode gerar dificuldades financeiras se utilizado de forma prolongada.

## G. Aquisição de Bens Total

O crédito para aquisição de bens na pessoa jurídica tem como finalidade o financiamento de bens móveis ou imóveis, como veículos, máquinas e equipamentos. Essa modalidade é usada para financiar investimentos no patrimônio da empresa, com as condições variando de acordo com o tipo de bem adquirido.

- **Veículos:** O financiamento de veículos é voltado para a aquisição de carros, caminhões, vans e outros veículos para a operação da empresa, sendo geralmente mais acessível, com prazos e taxas de juros atrativos, dado que o veículo pode servir como garantia do crédito.
- **Outros bens:** O crédito para aquisição de outros bens envolve o financiamento de equipamentos, móveis e outros itens essenciais para a operação da empresa. O financiamento desses bens pode ter prazos variados, mas a garantia fornecida pelo bem adquirido pode resultar em taxas de juros mais baixas.

## H. Arrendamento Mercantil Total

O arrendamento mercantil (*leasing*) é uma forma de crédito em que a empresa “aluga” um bem com a opção de comprá-lo ao final do contrato, sendo uma modalidade vantajosa para empresas que necessitam de bens de capital, mas não querem imobilizar grandes quantidades de capital de imediato.

- **Veículos:** O arrendamento mercantil de veículos permite que a empresa utilize o bem por um período determinado, com a opção de comprá-lo no final. Essa opção é frequentemente utilizada por empresas que necessitam de veículos, mas não desejam adquirir a propriedade imediata, sendo que além das vantagens fiscais, o arrendamento oferece flexibilidade e redução do custo inicial.
- **Outros bens:** O arrendamento de outros bens permite que a empresa adquira equipamentos ou imóveis sem precisar fazer um pagamento inicial significativo, podendo ser útil para empresas que querem evitar grandes desembolsos iniciais e preferem pagar pelo uso dos bens ao longo do tempo.

## I. Vendor

O vendor é uma operação de crédito onde uma empresa cede o direito de recebimento de suas vendas a prazo para um banco ou instituição financeira, que paga um valor antecipado, ou seja, uma alternativa ao desconto de duplicatas, sendo frequentemente utilizado em operações de vendas a prazo. A vantagem dessa modalidade é a liquidez

imediatamente que oferece para a empresa, mas, como o banco assume o risco de crédito, as taxas podem ser altas.

#### **J. Comprovar**

O comprar é uma operação financeira onde uma empresa antecipa a venda de seus recebíveis, mas sem o desconto imediato dos títulos, de forma que a operação envolve a antecipação de valores a serem recebidos de forma negociada. O comprar pode ser vantajoso para empresas que necessitam de liquidez rápida, mas que não querem pagar taxas de desconto tão elevadas quanto as do desconto de duplicatas.

#### **K. Adiantamento sobre Contrato de Câmbio (ACC)**

O ACC é uma linha de crédito utilizada por empresas exportadoras para antecipar o recebimento das vendas realizadas no mercado externo, facilitando o fluxo de caixa das empresas que realizam exportações, uma vez que permite o acesso antecipado aos recursos de uma venda no exterior. As taxas de juros são relativamente baixas, pois o risco é menor, já que o pagamento vem de uma transação internacional.

#### **L. Financiamento de Importações**

O financiamento de importações é uma linha de crédito voltada para empresas que necessitam de recursos para pagar fornecedores estrangeiros, sendo frequentemente utilizado por empresas que dependem de insumos ou produtos importados para a produção ou revenda de seus produtos. As condições de financiamento podem variar conforme a instituição financeira e as garantias oferecidas.

#### **M. Financiamento de Exportações**

O financiamento de exportações é uma linha de crédito voltada para empresas que realizam vendas internacionais, com o objetivo de financiar a produção de bens destinados à exportação, facilitando o fluxo de caixa das empresas exportadoras. Assim como o ACC, esse financiamento visa proporcionar liquidez imediata, permitindo que a empresa tenha mais recursos para investir na produção.

#### **N. Repasse Externo**

O repasse externo é uma modalidade de crédito onde as empresas recebem recursos financeiros de instituições estrangeiras, geralmente para financiar projetos específicos ou expansão de operações. Embora seja uma excelente fonte de financiamento com taxas de juros geralmente mais baixas, ele está sujeito a flutuações do câmbio e a restrições impostas pelas entidades internacionais.

## O. Outros Créditos Livres

Os outros créditos livres para pessoa jurídica são linhas de financiamento flexíveis oferecidas pelas instituições financeiras, sem exigências específicas de aplicação dos recursos, como capital de giro, expansão de operações ou investimentos, proporcionando maior autonomia na gestão financeira. No entanto, devido à flexibilidade, essas linhas tendem a ter taxas de juros mais altas e exigem análise rigorosa de crédito, além de possíveis garantias, o que pode representar um risco maior tanto para as empresas quanto para as instituições financeiras. Elas são especialmente úteis para empresas em expansão ou com necessidades financeiras urgentes, mas devem ser usadas com cautela, considerando os custos e a capacidade de pagamento da empresa.

### 2.1.1.3 Recursos Direcionados - Pessoa Jurídica

O crédito recursos direcionados para pessoa jurídica é uma modalidade de financiamento que visa apoiar empresas em setores estratégicos ou atividades específicas, como inovação, infraestrutura, agroindústria e sustentabilidade, por meio de condições especiais, como taxas de juros mais baixas e prazo de pagamento mais longo. (PESENTE, 2019)

De acordo com Pesente (2019), esses recursos são frequentemente subvencionados e possuem uma destinação específica, ou seja, a empresa precisa utilizar o valor do empréstimo para finalidades previamente definidas. Esse tipo de crédito é geralmente oferecido por instituições financeiras públicas ou programas de incentivo governamentais, e tem como objetivo fomentar o crescimento econômico e social, apoiar setores chave da economia e contribuir para o desenvolvimento sustentável e inovação. Os recursos direcionados para pessoa jurídica são detalhados pelo autor conforme apresentado abaixo:

#### A. Crédito Rural Total

O crédito rural é uma linha de crédito voltada para o setor agropecuário, oferecendo recursos para a produção agrícola, pecuária e atividades relacionadas, podendo ser obtido por produtores rurais, cooperativas e empresas do setor agropecuário. Essa modalidade tem o objetivo de fomentar o desenvolvimento e a competitividade do agronegócio brasileiro, com condições de financiamento especiais, o que permite a capitalização do setor e a melhoria da infraestrutura produtiva.

- **Taxas de Mercado:** O crédito rural com taxas de mercado segue as condições definidas pelas instituições financeiras, que podem ser mais altas do que as taxas

reguladas. O mercado determina essas taxas com base no risco do tomador e nas condições macroeconômicas, sendo geralmente utilizado por grandes empresas do setor rural, que possuem uma maior capacidade de pagamento e exigem mais flexibilidade nas condições de crédito.

- **Taxas Reguladas:** O crédito rural com taxas reguladas é regulamentado pelo governo, e as taxas de juros são limitadas por políticas públicas, com o objetivo de tornar o financiamento mais acessível para pequenos e médios produtores. Essas taxas são mais vantajosas em termos de custo para o tomador, o que favorece o desenvolvimento do setor agrícola, sendo que o crédito rural com taxas reguladas pode ser obtido por meio de programas como o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp), e o Programa de Incentivo à Produção Agropecuária (Proagro).

## B. Financiamento Imobiliário Total

O financiamento imobiliário para pessoa jurídica envolve recursos destinados à aquisição, construção, reforma ou ampliação de imóveis, voltados para empresas e entidades do setor imobiliário. O financiamento imobiliário oferece condições especiais para empresas que buscam se expandir ou melhorar suas instalações, podendo ser acessado através de recursos com diferentes condições de mercado, com a taxa de juros sendo uma das principais variáveis.

- **Taxas de Mercado:** O financiamento imobiliário com taxas de mercado é caracterizado por taxas de juros definidas pelas condições do mercado financeiro, sendo mais acessível a empresas com boa capacidade de crédito, como grandes corporações e construtoras. O valor da taxa de juros é influenciado por fatores como a inflação e as taxas básicas de juros definidas pelo Bacen.
- **Taxas Reguladas:** O financiamento imobiliário com taxas reguladas é subsidiado pelo governo, o que resulta em condições de financiamento mais favoráveis, com juros reduzidos e prazos mais longos. Sendo assim, o governo busca incentivar o desenvolvimento do mercado imobiliário, principalmente no que se refere à construção de imóveis para empresas de menor porte, ou ao financiamento de infraestrutura e expansão de empresas, com foco no desenvolvimento do setor produtivo.

## C. Financiamento Recursos BNDES Total

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é a principal instituição financeira pública de fomento no Brasil, sendo a forma como o governo



oferece linhas de crédito específicas para o financiamento de projetos de investimento e capital de giro de empresas. O objetivo é impulsionar o crescimento econômico e a competitividade no Brasil, especialmente em setores estratégicos como indústria, comércio e agroindústria.

- **Capital de Giro Recursos BNDES:** O financiamento de capital de giro através do BNDES é destinado a empresas que necessitam de recursos para manter suas operações diárias, como pagamento de fornecedores, salários e outras despesas operacionais, sendo uma solução importante para empresas de médio e grande porte, principalmente em momentos de crise ou quando há necessidade de manter a produção funcionando enquanto se espera o pagamento de contas a receber. As taxas de juros do BNDES são geralmente mais baixas em comparação com o mercado, o que torna essa modalidade uma opção vantajosa para as empresas.
- **Financiamento Investimentos Recursos BNDES:** O financiamento de investimentos do BNDES é voltado para empresas que buscam expandir ou modernizar sua infraestrutura, podendo ser utilizado para aquisição de equipamentos, reformas, construção de fábricas ou instalações. O BNDES oferece condições muito vantajosas para esse tipo de investimento, com prazos mais longos e taxas de juros reduzidas, o que contribui para o desenvolvimento da capacidade produtiva das empresas.
- **Financiamento Agroindustrial Recursos BNDES:** O financiamento agroindustrial do BNDES é voltado para empresas do setor agropecuário e agroindustrial, como as que trabalham com processamento de alimentos, biocombustíveis e produtos derivados da agricultura. Essa modalidade de financiamento busca promover a competitividade do setor agroindustrial, garantindo que as empresas possam investir em inovação, automação e infraestrutura para aumentar a eficiência produtiva e agregar valor aos produtos.

#### D. Outros Créditos Direcionados

Os outros créditos direcionados são recursos financeiros disponibilizados por entidades públicas e privadas com o objetivo de atender necessidades específicas de determinados setores ou regiões. Esses financiamentos podem abranger diversas áreas de atuação, como tecnologia, inovação, infraestrutura e serviços essenciais. Pesente (2019) explica que os créditos direcionados são importantes para fomentar setores estratégicos da economia, como as indústrias de alta tecnologia, as energias renováveis, e a infraestrutura

pública e privada.

Esses créditos podem ser concedidos com condições diferenciadas, como taxas subsidiadas, prazos longos e carência de pagamento, com o intuito de promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil. Exemplos de programas de crédito direcionado incluem os financiamentos para a indústria de tecnologia, os projetos de infraestrutura urbana e rural, e os programas voltados para a sustentabilidade e a inovação.

#### **2.1.1.4 Cartão de Crédito - Pessoa Física e Jurídica**

O cartão de crédito para pessoa física é um dos principais meios de pagamento utilizado pelos consumidores, oferecendo a possibilidade de realizar compras no presente e pagar em parcelas futuras. O cartão de crédito é uma forma prática de financiamento, sendo um dos produtos financeiros mais utilizados no Brasil. (PESENTE, 2019)

Entretanto, o cartão de crédito para pessoa jurídica oferece uma série de vantagens para empresas, permitindo que façam compras e paguem por bens e serviços de forma mais prática e controlada. Pesente (2019) destaca que esse tipo de cartão é utilizado principalmente por pequenas e médias empresas, que buscam otimizar o controle financeiro e ter acesso a benefícios corporativos, como programas de fidelidade e descontos especiais. No entanto, assim como no cartão de crédito pessoal, ambos envolvem custos como taxas de juros, anuidades e o *interchange*. Os conceitos para a composição do mercado de cartão de crédito estão detalhados abaixo, conforme a descrição do autor:

##### **A. *Interchange***

O *interchange* refere-se à taxa cobrada pelo banco ou instituição financeira que emite o cartão ao comerciante ou estabelecimento que aceita o pagamento com cartão. Essa taxa é paga pelo lojista à instituição financeira que processa o pagamento, e é uma das principais fontes de receita para as operadoras de cartões, sendo que o valor do *interchange* pode variar dependendo do tipo de cartão (por exemplo, cartões de crédito tradicionais, de benefício, etc.) e da negociação entre as partes envolvidas. No Brasil, o valor do *interchange* tem sido regulamentado para evitar que os lojistas repassem essas taxas para os consumidores de forma excessiva.

##### **B. *Spread Cambial***

O *spread* cambial no contexto do cartão de crédito envolve a diferença entre a taxa de câmbio usada pelo banco na conversão de uma compra realizada em moeda estrangeira e a taxa de mercado. Quando o consumidor realiza uma compra no exterior ou em

moeda estrangeira, o banco cobra uma taxa adicional sobre a conversão, gerando um *spread*, permitindo que a instituição financeira capture uma margem de lucro sobre a conversão cambial, ou seja, uma fonte adicional de receita. O *spread* cambial pode ser particularmente alto, impactando diretamente o custo de compras internacionais feitas com o cartão.

### C. Anuidade

A anuidade do cartão de crédito é o valor pago pelo consumidor anualmente para utilizar o serviço do cartão, podendo variar amplamente dependendo do tipo de cartão, do banco emissor e dos benefícios oferecidos, como programas de recompensas, milhas aéreas ou serviços exclusivos. Embora seja uma cobrança fixa, o valor da anuidade pode ser reduzido ou isento caso o consumidor atinja determinados critérios de uso ou gasto no cartão, como alcançar uma quantia mínima de compras mensais.

### D. Cartão de Crédito

O cartão de crédito é uma das formas de pagamento mais populares e amplamente utilizadas, tanto por consumidores quanto por empresas, oferecendo praticidade e flexibilidade nas transações. No entanto, dependendo da forma de utilização, pode envolver custos financeiros significativos, sendo que existem diferentes modalidades de pagamento que os usuários podem escolher ao utilizar o cartão de crédito, cada uma com suas características e implicações financeiras.

- **Rotativo:** O crédito rotativo ocorre quando o consumidor não paga a fatura total do cartão e opta por pagar um valor mínimo. Essa modalidade é uma das mais caras, pois as taxas de juros cobradas sobre o saldo devedor podem ser extremamente altas, ou seja, oferece flexibilidade, mas ao custo de um endividamento mais caro e com juros compostos.
- **Parcelado:** No crédito parcelado, o consumidor pode dividir o valor da compra em várias parcelas fixas, com ou sem juros, dependendo da política do banco e das condições acordadas. Essa modalidade é menos custosa que o rotativo, mas ainda envolve juros, de forma que muitas vezes o parcelamento é oferecido com condições promocionais, como parcelas sem juros ou com juros reduzidos em determinado número de vezes.
- **À vista:** Quando o consumidor paga a fatura do cartão de crédito de forma integral no vencimento, ele está utilizando a modalidade de crédito à vista. Neste caso, não há cobrança de juros, e o pagamento é feito no prazo estipulado pela

fatura. Essa é a forma mais vantajosa de utilizar o cartão de crédito, pois o consumidor evita as altas taxas de juros do crédito rotativo e o custo adicional de parcelamento.

### **2.1.2 Fatores que influenciam o Mercado de Crédito**

Segundo Mishkin e Serletis (2011) o mercado de crédito é impactado por uma série de fatores interligados que influenciam tanto a oferta quanto a demanda por empréstimos e financiamentos. Um dos fatores é a taxa de juros, que desempenha um papel crucial ao determinar o custo do crédito, ou seja, quando as taxas de juros estão elevadas, o custo do financiamento aumenta, o que tende a desincentivar o consumo e o investimento, pois tanto consumidores quanto empresas tendem a adiar ou reduzir suas compras e projetos. Por outro lado, taxas de juros mais baixas tornam o crédito mais acessível, incentivando o endividamento e, conseqüentemente, o consumo e a expansão econômica.

Outro fator importante é a expectativa econômica, ou seja, a confiança no futuro econômico, seja por parte de consumidores ou empresas, influenciando diretamente a disposição em tomar empréstimos. Em períodos de otimismo, as pessoas se sentem mais seguras para adquirir crédito, enquanto em momentos de incerteza, o medo de dificuldades financeiras faz com que tanto os indivíduos quanto as empresas se tornem mais cautelosos, o que reduz a demanda por crédito. Sendo assim, a saúde geral da economia, incluindo a evolução do PIB, a taxa de desemprego e a inflação, também impacta fortemente o mercado de crédito. (MISHKIN; SERLETIS, 2011)

A política monetária é outro fator que pode afetar o mercado de crédito, por exemplo, as decisões dos bancos centrais para a definição das taxas de juros e a realização de operações de mercado aberto, podem aumentar ou reduzir a quantidade de dinheiro disponível no sistema financeiro. Durante crises econômicas, o banco central pode adotar políticas expansionistas, como a redução das taxas de juros ou o aumento da liquidez, para estimular a oferta de crédito e aquecer a economia. (MISHKIN; SERLETIS, 2011)

Os autores ainda ressaltam que o risco de inadimplência também é um elemento-chave que influencia o mercado de crédito, visto que quando os índices de inadimplência são elevados, as instituições financeiras se tornam mais cautelosas e, por consequência, podem restringir a oferta de crédito. Em um cenário de alta inadimplência, os credores, para se protegerem contra o risco de não pagamento, elevam as taxas de juros, o que pode tornar o crédito mais caro e menos acessível.

As políticas regulatórias que determinam as condições de concessão de crédito, como limites para as taxas de juros e exigências de transparência, podem influenciar a disposição das instituições financeiras em oferecer crédito. Além disso, as regulamentações de capital e solvência garantem a estabilidade do sistema financeiro, impactando a capacidade dos bancos de emprestar dinheiro e a quantidade de crédito disponível na economia. (MISHKIN; SERLETIS, 2011)

Além desses fatores econômicos e regulatórios, os autores defendem que a confiança dos consumidores e empresas também desempenha um papel crucial. Quando as pessoas se sentem confiantes em relação à sua situação financeira e à estabilidade econômica, tendem a gastar mais e a buscar mais crédito. Em contrapartida, em períodos de incerteza, tanto consumidores quanto empresas reduzem seu consumo e evitam assumir novas dívidas, o que diminui a demanda por crédito.

O nível de endividamento da economia é outro aspecto relevante, uma vez que, se a economia estiver altamente endividada, especialmente com consumidores ou empresas que já possuem dívidas significativas, as instituições financeiras podem ser mais cautelosas em conceder novos créditos, ou então podem aumentar as taxas de juros para compensar o risco adicional. Esse ciclo pode dificultar o acesso ao crédito e desacelerar o crescimento econômico. (MISHKIN; SERLETIS, 2011)

Sendo assim, o acesso ao crédito continua a ser uma preocupação fundamental, especialmente em economias emergentes, onde muitas pessoas e empresas ainda enfrentam barreiras significativas, como falta de informações financeiras ou a ausência de um histórico de crédito. Esses fatores, que variam de decisões de política monetária a mudanças no comportamento do consumidor e inovações no setor financeiro, interagem de maneiras complexas e moldam o mercado de crédito em uma economia. Portanto, a dinâmica desse mercado depende de uma série de condições econômicas, regulatórias e comportamentais que podem ser ajustadas para garantir sua estabilidade e o acesso mais amplo ao crédito. (MISHKIN; SERLETIS, 2011)

## **2.2 Metodologia de Gestão e Melhoria**

A gestão da qualidade é uma abordagem estratégica e sistemática adotada pelas organizações para garantir que seus produtos e serviços atendam aos padrões e expectativas de seus clientes. Dentro deste contexto, a melhoria contínua dos processos é um dos principais objetivos das empresas que buscam eficiência e competitividade. Para alcançar esse

objetivo, o Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) é uma das metodologias mais utilizadas. O PDCA é uma ferramenta fundamental da gestão da qualidade, pois permite que as organizações monitorem, ajustem e melhorem continuamente seus processos, garantindo que os produtos e serviços estejam sempre alinhados às necessidades do mercado e aos padrões de qualidade estabelecidos. (PACHECO et al., 2005)

O ciclo PDCA consiste em quatro etapas sequenciais e cíclicas: Planejar (Plan), Fazer (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). A primeira fase, Planejar, envolve a definição clara dos objetivos e metas, bem como o diagnóstico dos processos e áreas que precisam de melhoria. A organização deve estabelecer um plano de ação com soluções e estratégias que possam atingir esses objetivos. A fase de Fazer coloca o plano em prática, implementando as mudanças ou soluções propostas. Durante esta etapa, é crucial registrar todas as ações executadas, permitindo uma análise detalhada nos próximos passos. Em seguida, a fase Verificar compara os resultados obtidos com os objetivos planejados, analisando se as melhorias estão gerando os efeitos desejados. Caso haja desvios ou resultados insatisfatórios, a fase Agir é a responsável por ajustar as ações e padronizar as melhorias realizadas, criando novas práticas para garantir que os resultados sejam mantidos e melhorados continuamente. O ciclo PDCA é, portanto, uma ferramenta essencial para qualquer organização que deseje adotar uma abordagem estruturada para a melhoria contínua de seus processos. (PACHECO et al., 2005)

Além do PDCA, outra metodologia comumente usada na gestão da qualidade é o Ciclo SDCA (Standardize-Do-Check-Act), que é particularmente eficaz quando o foco está na padronização e manutenção da qualidade ao longo do tempo. O SDCA segue uma estrutura semelhante ao PDCA, mas com uma ênfase adicional na criação de padrões para garantir que as operações sejam realizadas de forma consistente e eficiente. A principal diferença entre os dois ciclos está no início do processo. O SDCA começa com a fase Standardize (Padronizar), onde as melhores práticas e processos são formalizados em documentos e procedimentos, com o objetivo de criar um padrão para ser seguido em todas as operações subsequentes. A fase de Fazer no SDCA envolve a execução dos processos conforme os padrões estabelecidos, enquanto a fase de Verificar monitora a conformidade com esses padrões, garantindo que a qualidade seja mantida. Se algum desvio for encontrado, a fase Agir busca corrigir o processo, mantendo a estabilidade e padronização da qualidade ao longo do tempo. O SDCA é particularmente útil quando as organizações buscam estabilidade e consistência, além de garantir que as melhorias sejam sustentáveis. (STRACKE, 2019)

Em comparação com o PDCA, o SDCA é mais indicado para contextos em que os

processos já são eficazes, mas precisam ser estabilizados e continuamente monitorados para evitar variações indesejadas. O PDCA, por sua vez, é ideal quando a organização está buscando implementar melhorias contínuas, sendo uma ferramenta mais dinâmica e flexível para promover mudanças e ajustes regulares nos processos. Ambas as metodologias são complementares e podem ser utilizadas de maneira integrada, onde o PDCA pode ser usado para impulsionar melhorias, enquanto o SDCA assegura que as melhorias implementadas sejam padronizadas e mantidas ao longo do tempo. (STRACKE, 2019)

Ambos os ciclos, PDCA e SDCA, são fundamentais na gestão da qualidade, permitindo que as organizações melhorem seus processos de maneira estruturada, estável e sustentável. A metodologia PDCA, com sua abordagem iterativa e focada na melhoria contínua, e o SDCA, com sua ênfase na padronização e estabilidade, são ferramentas poderosas para qualquer organização que busque garantir a qualidade e eficiência em suas operações. (STRACKE, 2019)

## 2.3 Correlação

A correlação é um conceito estatístico fundamental que mede a relação entre duas ou mais variáveis. Segundo James et al. (2021), a correlação quantifica o grau em que duas variáveis estão relacionadas, permitindo entender se, à medida que uma variável aumenta ou diminui, a outra também tende a se comportar de maneira similar. Essa relação é expressa por meio de um coeficiente de correlação, que varia entre -1 e 1.

Um coeficiente de correlação de 1 indica uma correlação perfeita positiva, o que significa que, à medida que uma variável aumenta, a outra também aumenta de forma proporcional. Por outro lado, um coeficiente de -1 indica uma correlação perfeita negativa, onde o aumento de uma variável está associado à diminuição da outra. Um coeficiente de 0 sugere que não há relação linear entre as variáveis. (JAMES et al., 2013)

A correlação é uma ferramenta importante na área da engenharia mas não necessariamente implica causalidade, ou seja, embora duas variáveis possam estar correlacionadas, isso não significa que uma causa a outra. Isso acontece pois a correlação pode ser influenciada por fatores externos ou variáveis ocultas que não estão sendo consideradas na análise, sendo importante interpretar os resultados da correlação com cautela. (JAMES et al., 2013)

### 2.3.1 Cálculo de correlação

A correlação é uma medida estatística que pode ser calculada de diversas formas, sendo a mais comum através do coeficiente de correlação de Pearson. Sendo assim, a Fórmula 2.1 apresenta o cálculo para identificar se, e em que grau, duas variáveis estão relacionadas entre si. (AZEVEDO, 2016)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

Em que:

- $r$  é o coeficiente de correlação de Pearson;
- $x_i$  e  $y_i$  são os valores observados das variáveis  $X$  e  $Y$ ;
- $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias das variáveis  $X$  e  $Y$ ;
- $n$  é o número de observações.

O coeficiente  $r$  pode variar entre -1 e +1, sendo que:  $r = +1$  indica uma correlação perfeita e positiva;  $r = -1$  indica uma correlação perfeita e negativa; e  $r = 0$  indica que não existe correlação linear entre as variáveis. (AZEVEDO, 2016)

De acordo com Azevedo (2016), o valor de  $r$  pode ser interpretado da seguinte forma:

- Correlação forte:  $r$  entre 0,7 e 1,0 ou -0,7 e -1,0;
- Correlação moderada:  $r$  entre 0,3 e 0,7 ou -0,3 e -0,7;
- Correlação fraca:  $r$  entre 0 e 0,3 ou 0 e -0,3.

O autor explica que, ao calcular a correlação, é importante garantir que as variáveis estejam em uma escala comparável, e que o relacionamento entre elas seja linear. Além disso, o uso de visualizações gráficas, como o gráfico de dispersão, é recomendado para identificar visualmente o tipo de relação entre as variáveis, podendo ajudar a evidenciar o tipo de relação entre as variáveis.

### 2.3.2 Ferramentas de correlação

A correlação é uma ferramenta amplamente utilizada em análises estatísticas, e pode ser facilmente aplicada por diversos softwares. Um dos ambientes mais populares para



realizar essas análises é o Jupyter Notebook, uma plataforma interativa que permite aos analistas realizar cálculos, visualizações e documentar seus processos em um único documento. (MCKINNEY, 2018)

De acordo com McKinney (2018), Jupyter é especialmente valorizado por sua capacidade de integrar código, resultados e visualizações de forma dinâmica e acessível, sendo uma das ferramentas mais utilizadas por cientistas de dados e estatísticos. Além da facilidade de realizar cálculos de correlação, o Jupyter oferece uma integração com bibliotecas poderosas como Pandas, NumPy e Matplotlib, que são essenciais para a manipulação de grandes volumes de dados e a criação de gráficos.

A visualização dos dados é uma parte crucial da análise de correlação, e o Jupyter permite a construção de gráficos de dispersão de forma simples, utilizando o Matplotlib para representar a relação entre duas variáveis. Esses gráficos ajudam a identificar a tendência geral da relação, como uma linha ascendente (correlação positiva) ou descendente (correlação negativa), além de revelar a força da correlação com base na dispersão dos pontos. (MCKINNEY, 2018)

Outra grande vantagem do Jupyter é a possibilidade de realizar análises multivariadas. A plataforma facilita o uso de visualizações mais complexas, como mapas de calor e outras representações, que podem mostrar relações entre múltiplas variáveis simultaneamente. Além disso, o Jupyter permite a fácil personalização dos gráficos, ajustando cores, tamanhos e formas para destacar informações relevantes e facilitar a interpretação. Portanto, ao utilizar o Jupyter, os analistas podem não apenas realizar cálculos de correlação, mas também explorar, visualizar e interpretar dados de forma eficaz. (MCKINNEY, 2018)

## 2.4 Métodos de Regressão

A regressão é uma técnica estatística fundamental utilizada para modelar e analisar a relação entre variáveis, de forma que seu principal objetivo é prever o valor de uma variável dependente com base em uma ou mais variáveis independentes. Essa técnica é amplamente aplicada em diversas áreas, devido à sua capacidade de quantificar relações e fazer previsões a partir de dados históricos. A análise de regressão pode ser dividida em vários tipos, sendo os mais comuns a regressão linear simples e a regressão linear múltipla, que serão abordadas em detalhes. (JAMES et al., 2013)

A regressão linear simples é usada quando existe uma única variável independente e a relação entre as variáveis é linear. Esse modelo busca encontrar a melhor linha

que se ajusta aos dados, permitindo prever o valor da variável dependente com base na variável independente. Esse tipo de regressão é uma das técnicas mais simples e eficazes, sendo uma ótima porta de entrada para a análise de dados, sendo que a interpretação do coeficiente da variável independente fornece uma ideia sobre como ela influencia a variável dependente. (JAMES et al., 2013)

Por outro lado, a regressão linear múltipla é utilizada quando há duas ou mais variáveis independentes, e portanto, nesse caso, a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes é modelada de forma linear, mas com mais de um preditor. Esse tipo de regressão permite a análise do impacto simultâneo de várias variáveis sobre uma variável dependente, ou seja, uma extensão da regressão linear simples, mas com a capacidade de considerar múltiplos fatores que podem influenciar a variável dependente de maneira conjunta. (JAMES et al., 2013)

A grande vantagem da regressão linear múltipla é que ela possibilita entender como várias variáveis independentes contribuem para a previsão de uma variável dependente, enquanto controlam o efeito de outras variáveis. Além disso, a regressão linear múltipla permite o controle de variáveis confusas, ou seja, variáveis que podem estar influenciando simultaneamente tanto a variável dependente quanto as variáveis independentes. Ao incluir essas variáveis no modelo, podemos obter estimativas mais precisas dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável dependente. Dessa forma, a regressão linear múltipla é uma ferramenta poderosa para análise de dados em contextos mais complexos, onde várias variáveis podem influenciar simultaneamente a variável de interesse. (JAMES et al., 2013)

### 2.4.1 Regressão Linear Simples

A regressão linear é uma técnica estatística fundamental utilizada para modelar a relação entre uma variável dependente e uma variável independente. Segundo James et al. (2021), o objetivo principal da regressão linear é encontrar a melhor linha que se ajusta aos dados, permitindo prever o valor da variável dependente com base nos valores da variável independente. Sendo assim, a regressão linear é representada pela equação apresentada na Fórmula 2.2: (AZEVEDO, 2016)

$$Y = a + bX + \varepsilon \quad (2.2)$$

Em que:

- $Y$  é a variável dependente;
- $X$  é a variável independente;
- $a$  é o intercepto da linha;
- $b$  é o coeficiente angular, que indica a inclinação da linha de regressão;
- $\varepsilon$  é o erro aleatório, ou o termo de erro, que representa a diferença entre o valor observado e o valor previsto.

O coeficiente  $b$  representa a variação esperada em  $Y$  para cada unidade de variação em  $X$ . Em outras palavras, ele nos diz o quanto esperamos que  $Y$  mude, em média, quando  $X$  varia em uma unidade. O intercepto  $a$  é o valor de  $Y$  quando  $X = 0$ , ou seja, o ponto onde a linha de regressão cruza o eixo  $Y$ . (AZEVEDO, 2016)

O termo  $\varepsilon$  é uma parte importante da equação, pois ele leva em consideração as variações nos dados que não podem ser explicadas pela variável independente  $X$ . Este erro reflete a diferença entre os valores observados de  $Y$  e os valores que o modelo prevê, sendo essencial para compreender a precisão do modelo de regressão. (AZEVEDO, 2016)

A técnica de regressão linear busca minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados e os valores previstos pela linha de regressão. Esse método é conhecido como “método dos mínimos quadrados”. A precisão do modelo de regressão pode ser avaliada pelo coeficiente de determinação  $R^2$ , que indica a proporção da variabilidade em  $Y$  que é explicada por  $X$ . (AZEVEDO, 2016)

O coeficiente de determinação é dado pela Fórmula 2.3: (AZEVEDO, 2016)

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.3)$$

Em que:

- $Y_i$  são os valores observados de  $Y$ ;
- $\hat{Y}_i$  são os valores previstos pela linha de regressão;
- $\bar{Y}$  é a média dos valores de  $Y$ ;
- $n$  é o número de observações.

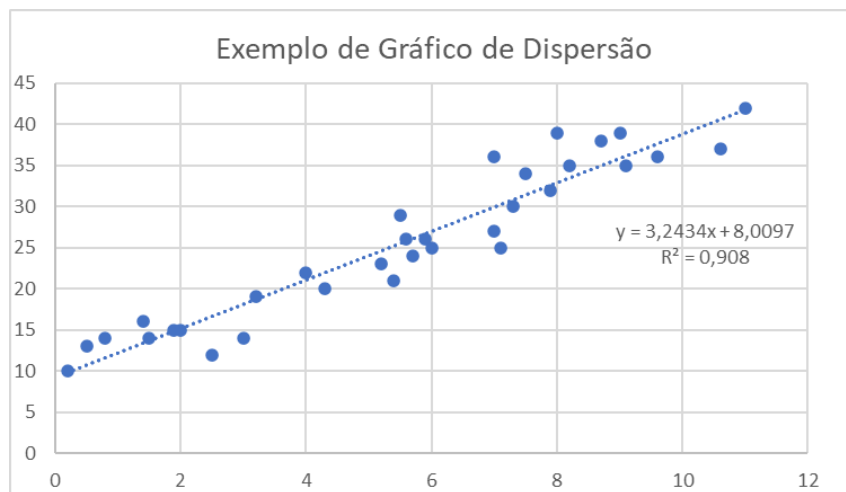
O valor de  $R^2$  varia entre 0 e 1, sendo que um valor de  $R^2$  próximo de 1 sugere que o modelo de regressão explica bem a variação dos dados observados, ou seja, a linha de regressão se ajusta muito bem aos dados. Por outro lado, um valor de  $R^2$  próximo de 0

indica que o modelo não explica adequadamente a variabilidade de  $Y$  com base em  $X$ . (AZEVEDO, 2016)

Além de prever valores, a regressão linear também permite avaliar a força e a direção da relação entre as variáveis, de forma que a visualização dos dados com gráficos de dispersão é uma ferramenta comum para representar a relação entre duas variáveis. A visualização ajuda a identificar padrões que podem não ser evidentes apenas por meio de números. (AZEVEDO, 2016)

Os gráficos de dispersão permitem que a tendência geral da relação seja apresentada de forma mais visual, ou seja, se os pontos formarem uma linha ascendente, isso indica uma correlação positiva, e se formarem uma linha descendente, indica uma correlação negativa. A dispersão dos pontos também pode fornecer informações sobre a força da correlação — pontos próximos a uma linha de tendência indicam uma correlação forte, enquanto pontos dispersos sugerem uma correlação fraca (AZEVEDO, 2016). A Figura 3 apresenta um exemplo de um gráfico de dispersão.

Figura 3: Exemplo de Gráfico de Dispersão



Fonte: Elaborada pela autora

Além dos gráficos de dispersão, outras visualizações, como mapas de calor e gráficos de bolhas, podem ser úteis para explorar relações entre variáveis em casos mais complexos. (AZEVEDO, 2016)

## 2.4.2 Relação entre correlação e regressão linear

Entender a relação entre regressão linear e correlação é essencial para a análise de dados e a interpretação de fenômenos complexos. A correlação mede a força e a direção da relação linear entre duas variáveis, no entanto, não fornece informações sobre a natureza da relação, de forma que a regressão linear consegue aprofundar e explicar melhor sobre o problema. (SCHOBER; BOER; SCHWARTE, 2018)

A análise de correlação pode ser um passo inicial na construção de um modelo de regressão, visto que, ao identificar quais variáveis estão correlacionadas, é possível tomar decisões sobre quais delas incluir na modelagem. Essa abordagem não apenas ajuda a simplificar o modelo, mas também garante que as variáveis escolhidas sejam relevantes e contribuam para a explicação do fenômeno em estudo. (SCHOBER; BOER; SCHWARTE, 2018)

Portanto, a correlação e a regressão linear são ferramentas complementares que, quando utilizadas em conjunto, oferecem uma compreensão mais completa das relações entre variáveis em um conjunto de dados. A correlação pode indicar quais variáveis merecem mais atenção, enquanto a regressão linear permite uma análise mais profunda e detalhada dessas relações. (SCHOBER; BOER; SCHWARTE, 2018)

## 2.4.3 Aplicações da regressão linear

A regressão linear é uma ferramenta amplamente utilizada no mercado financeiro, especialmente para a projeção de receitas e a análise do comportamento de variáveis econômicas e financeiras ao longo do tempo. A aplicação dessa técnica proporciona uma visão mais clara sobre o impacto das variáveis independentes nas receitas e pode ser um indicador crucial para a tomada de decisões no ambiente financeiro. (RODRIGUES, 2012)

Uma das principais aplicações da regressão linear no mercado financeiro é a projeção de receitas, especialmente em setores como bancos e financeiras. Por exemplo, em um banco, a projeção da receita com juros pode ser influenciada por variáveis como a taxa de juros, o volume de empréstimos concedidos, a inflação, entre outros fatores. Nesse contexto, a regressão linear permite prever como mudanças em uma variável independente afetam a variável dependente, ajudando as instituições financeiras a tomar decisões estratégicas sobre suas operações de crédito, investimentos e políticas monetárias. (RODRIGUES, 2012)

A técnica de regressão linear também é útil para que as instituições financeiras ajustem

suas políticas de concessão de crédito, minimizando riscos e maximizando a rentabilidade. Ao prever a receita futura de uma carteira de crédito, por exemplo, a regressão linear ajuda a determinar a rentabilidade de diferentes segmentos de clientes e possibilita o ajuste de estratégias de preços e taxas de juros. (RODRIGUES, 2012)

Em resumo, a regressão linear é uma ferramenta fundamental para a projeção de receita no mercado financeiro, pois permite modelar relações complexas entre variáveis econômicas e financeiras, fornecer previsões mais precisas e ajudar nas decisões estratégicas. Como destacado por Rodrigues (2012), ao aplicar modelos de regressão, as instituições financeiras conseguem otimizar suas operações, ajustar suas expectativas de receita e reduzir os riscos associados às suas atividades.

#### 2.4.4 Regressão Linear Múltipla

O modelo de regressão linear múltipla expande essa ideia para múltiplas variáveis independentes em relação a regressão linear simples. No caso da regressão linear múltipla, a relação entre a variável dependente  $y$  e as variáveis independentes  $x_1, x_2, \dots, x_n$  é dada pela equação 2.4. (FRIEDMAN; HASTIE; TIBSHIRANI, 2001)

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (2.4)$$

Em que:

- $y$  é a variável dependente;
- $x_1, x_2, \dots, x_n$  são as variável independentes;
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  são múltiplos coeficientes que indicam a influência de cada variável independente
- $\varepsilon$  é o erro, ou seja, a diferença entre os valores observados e os valores previstos.

Para calcular os coeficientes  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  na regressão linear múltipla é utilizado o método dos mínimos quadrados, que busca minimizar a soma dos quadrados dos erros (resíduos), ou seja, minimizar a função de custo dada pela equação 2.5. (CASELLA; BERGER, 2002)

$$\text{Soma dos quadrados dos erros} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.5)$$

Em que:

- $y_i$  são os valores observados da variável dependente;
- $\hat{y}_i$  são os valores previstos pelo modelo para as variáveis independentes correspondentes.

Este processo resulta na determinação dos coeficientes  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ , que são usados para fazer as previsões de  $y$  para novos valores de  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . (CASELLA; BERGER, 2002)

Uma vez ajustado o modelo, é possível avaliar a qualidade do ajuste por meio do coeficiente de determinação  $R^2$ , que indica a proporção da variação de  $y$  que é explicada pelas variáveis independentes  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . O valor de  $R^2$  varia entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam que o modelo explica bem os dados observados. (CASELLA; BERGER, 2002)

Além disso, é possível calcular métricas como o erro médio absoluto (MAE - Mean Absolute Error) e o erro quadrático médio (RMSE - Root Mean Squared Error) para avaliar a precisão das previsões do modelo, que podem ser descritas pelas Fórmulas 2.6 e 2.7, respectivamente. (CASELLA; BERGER, 2002)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (2.6)$$

Em que:

- $Y_i$  são os valores observados de  $Y$ ;
- $\hat{Y}_i$  são os valores previstos pela linha de regressão;
- $n$  é o número total de observações.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (2.7)$$

Em que:

- $Y_i$  são os valores observados de  $Y$ ;
- $\hat{Y}_i$  são os valores previstos pela linha de regressão;
- $n$  é o número total de observações.

Pode-se perceber que a métrica MAE indica a média dos erros absolutos, ou seja, a média das diferenças entre os valores observados e os valores previstos, podendo ser útil quando se deseja uma métrica fácil de interpretar e quando não se quer penalizar erros grandes de forma excessiva. (CASELLA; BERGER, 2002)

Entretanto o RMSE mede a diferença entre os valores previstos pelo modelo e os valores reais observados, fornecendo uma medida quantitativa do erro médio, ou seja, vale destacar, que é sensível a valores extremos, ou *outliers*, já que o erro é elevado ao quadrado, o que pode distorcer a avaliação se os dados tiverem muitos *outliers*. (CASELLA; BERGER, 2002)

## 2.4.5 Regressão Logística

A regressão logística é uma técnica estatística amplamente utilizada para modelar a relação entre uma variável dependente categórica e uma ou mais variáveis independentes. De acordo com James et al. (2021), essa abordagem é especialmente útil quando a variável dependente é binária, ou seja, assume apenas dois valores, como “sim” ou “não”, “sucesso” ou “fracasso”. O principal objetivo da regressão logística é prever a probabilidade de ocorrência de um evento com base em variáveis explicativas, permitindo que analistas e pesquisadores façam inferências significativas sobre dados categóricos.

O modelo de regressão logística transforma a combinação linear das variáveis independentes em uma probabilidade que varia entre 0 e 1. Essa transformação é realizada através da função logística, expressa pela equação: (KLEINBAUM; KLEIN, 2010)

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(a+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_nX_n)}} \quad (2.8)$$

Em que:

- $P(Y = 1)$  é a probabilidade de a variável dependente assumir o valor 1;
- $a$  é o intercepto;
- $b_i$  são os coeficientes das variáveis independentes  $X_i$ ;
- $e$  é a base do logaritmo natural.

Essa fórmula permite que a regressão logística modele a relação entre as variáveis de forma que as probabilidades previstas estejam sempre dentro do intervalo  $[0, 1]$ , o que é essencial para a interpretação das probabilidades. (KLEINBAUM; KLEIN, 2010)



Para calcular os coeficientes do modelo de regressão logística, utiliza-se o método de máxima verossimilhança, que busca encontrar os parâmetros que maximizam a probabilidade de observar os dados, dado o modelo. Kleinbaum e Klein (2010) explicam que este método é preferido em relação a outros, como o método dos mínimos quadrados, pois considera a distribuição dos dados de forma mais apropriada.

Após a determinação dos coeficientes, é possível interpretar os resultados. Cada coeficiente  $b_i$  indica como a alteração em uma variável independente  $X_i$  afeta a *log-odds*, ou seja, a razão entre a probabilidade de sucesso e a probabilidade de fracasso da variável dependente. Para facilitar a interpretação, os coeficientes podem ser convertidos em *odds ratios*, que representam a multiplicação da chance de sucesso para cada unidade de mudança na variável independente. Um odds-ratio igual a 1 implica que não há associação entre a variável independente e o desfecho, enquanto valores acima ou abaixo de 1 indicam associações positivas ou negativas, respectivamente. (KLEINBAUM; KLEIN, 2010)

A validação do modelo é uma etapa crucial na análise de regressão logística. Kleinbaum e Klein (2010) ressaltam a importância de avaliar a adequação do modelo utilizando métricas como a curva ROC (Receiver Operating Characteristic) e a área sob a curva (AUC). Uma AUC próxima de 1 indica um bom desempenho do modelo em classificar corretamente as observações, enquanto uma AUC próxima de 0,5 sugere que o modelo não está adequado. (FAWCETT, 2006)

A AUC (Área sob a Curva ROC) é uma medida importante para avaliar a performance do modelo de regressão logística. Ela é obtida a partir da curva ROC, que plota a Taxa de Verdadeiros Positivos (TPR) contra a Taxa de Falsos Positivos (FPR) para diferentes limiares de decisão. A TPR, também conhecida como sensibilidade, é a proporção de casos positivos corretamente classificados, enquanto a FPR representa a proporção de casos negativos incorretamente classificados como positivos. A AUC é a área sob essa curva e varia de 0 a 1. (FAWCETT, 2006)

O cálculo da AUC envolve calcular a área sob a curva ROC, que é obtida para diferentes limiares de decisão do modelo. Para isso, o modelo gera probabilidades de ocorrência do evento (por exemplo, a probabilidade de “sucesso” ou “fracasso”) para cada observação. Em seguida, calcula-se a TPR e a FPR em diversos pontos de corte e, por fim, calcula-se a área sob a curva resultante. (FAWCETT, 2006)

A interpretação da AUC, segundo Fawcett (2006) é a seguinte:

- AUC = 1: O modelo tem uma excelente capacidade de discriminação e consegue

classificar perfeitamente todas as observações;

- $AUC = 0,5$ : O modelo não tem capacidade de discriminação, sendo equivalente a uma classificação aleatória;
- $AUC < 0,5$ : O modelo está fazendo uma classificação invertida, ou seja, as previsões estão erradas, com a classificação das observações sendo oposta à real.

A AUC é especialmente útil em problemas com classes desbalanceadas, pois ela não depende de um único ponto de corte e fornece uma visão mais completa do desempenho do modelo ao longo de todos os possíveis limiares de decisão. (FAWCETT, 2006)

Além disso, a análise de resíduos é fundamental para verificar se as suposições do modelo de regressão logística foram atendidas. A presença de *outliers*, a violação das suposições de homocedasticidade e normalidade dos erros podem afetar a validade dos resultados. (KLEINBAUM; KLEIN, 2010)

## 2.4.6 Aplicações da regressão logística

A regressão logística, como abordada por Hosmer, Lemeshow e Sturdivant (2013), é uma técnica amplamente utilizada para modelar a probabilidade de ocorrência de eventos binários. Seu uso vai além da análise de simples eventos de “sucesso” ou “falha”, abrangendo uma variedade de contextos, incluindo o mercado financeiro. Em particular, ela é aplicada para prever fenômenos como a inadimplência de crédito, falência de empresas ou o crescimento do mercado. A vantagem da regressão logística é sua capacidade de fornecer uma interpretação probabilística dos resultados, algo que a torna uma ferramenta valiosa para os analistas financeiros, pois possibilita a quantificação de incertezas e a tomada de decisões mais informadas (Peng et al., 2002).

Além disso, uma característica essencial da regressão logística é o uso da função logística para modelar a relação entre as variáveis independentes e a probabilidade da variável dependente assumir um valor específico. Hosmer et al. (2013) destacam que, ao contrário da regressão linear, que prevê valores contínuos, a regressão logística mapeia qualquer valor real para um intervalo entre 0 e 1, o que a torna particularmente adequada para prever probabilidades de eventos binários. Essa característica tem aplicação prática importante, pois permite que analistas financeiros construam modelos que podem prever, com base em diferentes variáveis econômicas e setoriais, a probabilidade de aumento ou redução na demanda por crédito, por exemplo, facilitando as projeções e decisões estratégicas. (HOSMER; LEMESHOW; STURDIVANT, 2013)

Outro ponto relevante é a seleção das variáveis independentes que influenciam o modelo, o que pode determinar a eficácia da regressão logística. Hosmer et al. (2013) indicam que a escolha adequada dessas variáveis depende da compreensão das condições econômicas subjacentes e da análise exploratória dos dados. No mercado financeiro, a escolha de variáveis como taxas de juros, PIB, níveis de desemprego e indicadores de confiança do consumidor são fatores cruciais para a precisão do modelo. Peng et al. (2002) também enfatizam que, além da escolha das variáveis, a qualidade dos dados e o cuidado na sua preparação são fundamentais para garantir que o modelo de regressão logística forneça previsões confiáveis e úteis para os tomadores de decisão.

A validação do modelo de regressão logística é outro aspecto discutido por Hosmer et al. (2013). A validação cruzada é uma técnica fundamental para garantir que o modelo não esteja *overfitting*, ou seja, ajustado excessivamente aos dados de treinamento, o que comprometeria sua capacidade de generalizar para novos dados. Peng et al. (2002) também abordam a importância de usar técnicas de validação para avaliar a robustez e a precisão do modelo, além de garantir que ele possa ser aplicado com confiança em diferentes cenários econômicos, especialmente em mercados dinâmicos como o financeiro. Uma validação adequada assegura que as previsões do modelo sejam confiáveis e úteis para a formulação de políticas financeiras e decisões de crédito.

Finalmente, a interpretação dos coeficientes da regressão logística é fundamental para entender as relações entre as variáveis independentes e a variável dependente. Hosmer et al. (2013) e Peng et al. (2002) destacam que, ao analisar os coeficientes do modelo, é possível avaliar o impacto de diferentes fatores econômicos, como taxas de juros e inflação, na probabilidade de eventos financeiros, como inadimplência ou crescimento do mercado de crédito. Essa interpretação é uma parte crítica da análise de regressão logística e permite que as instituições financeiras usem o modelo para tomar decisões mais estratégicas e baseadas em dados, melhorando sua capacidade de previsão e mitigação de riscos. (PENG; LEE; YANG, 2002)

## 2.5 Aplicação estratégica

O TAM e o Mercado Enderessável Acessível (em inglês, *Serviceable Available Market* (SAM)) são conceitos fundamentais para qualquer empresa que busca desenvolver estratégias corporativas eficazes. O TAM representa o total de receitas potenciais disponíveis para um produto ou serviço, enquanto o SAM é a parte do TAM que a empresa pode atender com suas capacidades e recursos atuais. Compreender essas métricas é cru-

cial para a alocação de recursos, planejamento estratégico e identificação de oportunidades de mercado. (KHAN; RAZA, 2018)

Em primeiro lugar, conhecer o TAM permite que as empresas avaliem o potencial total de mercado para seus produtos ou serviços. Essa visão abrangente ajuda os gestores a entenderem a magnitude da oportunidade de mercado e a definir metas de crescimento realistas. De acordo com Khan e Raza (2018), ao ter uma estimativa clara do TAM, as empresas podem identificar se o mercado é suficientemente grande para justificar investimentos significativos.

Além disso, o conhecimento do TAM é essencial para a análise de viabilidade de novos produtos ou serviços. Antes de lançar um novo produto, as empresas devem avaliar se o mercado é grande o suficiente para suportar o investimento inicial. Se o TAM for pequeno, pode ser um sinal de que a empresa deve reconsiderar sua estratégia ou focar em nichos de mercado mais promissores. (KHAN; RAZA, 2018)

Por outro lado, o SAM fornece uma perspectiva mais realista sobre a parte do mercado que a empresa pode realmente capturar. Conhecer o SAM ajuda os gestores a focar seus esforços em segmentos onde eles têm uma vantagem competitiva, de forma que eles possam otimizar as operações e maximizar o retorno sobre investimento. (KHAN; RAZA, 2018)

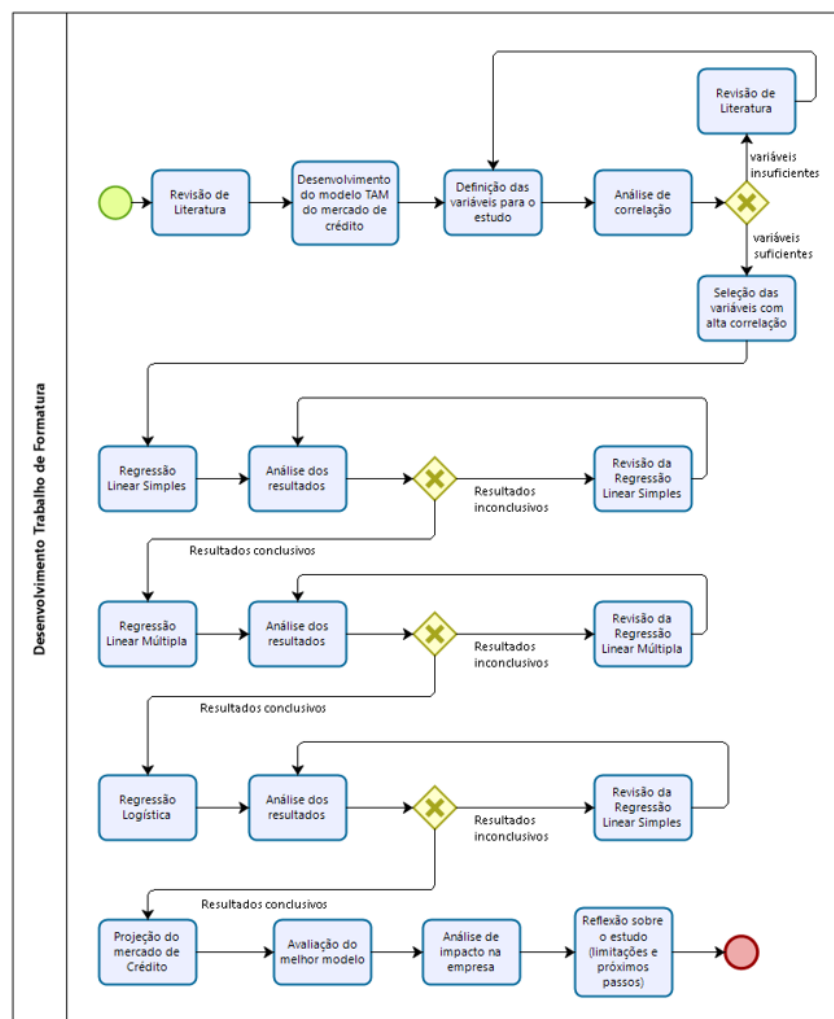
Outro aspecto importante é que o TAM e o SAM ajudam na identificação de oportunidades de expansão ou de adaptações às mudanças no mercado. Quando uma empresa está considerando entrar em novos mercados ou o ambiente de negócios estão em constante evolução, a análise dessas métricas pode fornecer ideias valiosas sobre onde concentrar os esforços. (KHAN; RAZA, 2018)

Por fim, a compreensão do TAM e SAM pode ser um diferencial competitivo significativo, de forma que as empresas que utilizam essas métricas para informar suas decisões estratégicas estão mais bem posicionadas para identificar e capitalizar oportunidades de mercado. Isso não apenas melhora a posição da empresa no mercado, mas também contribui para um crescimento sustentável a longo prazo. (KHAN; RAZA, 2018)

### 3 MÉTODO

Este trabalho foi estruturado em diversas etapas, conforme detalhado na Figura 4, de forma que o fluxograma apresenta as etapas de forma visual, desde a base teórica até a projeção de resultados:

Figura 4: Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, pode-se detalhar cada uma das etapas, conforme apresentado abaixo:

#### **A. Revisão de Literatura**

Nesta etapa inicial, foram levantados os principais estudos e teorias relacionadas ao mercado de crédito, detalhando quais as categorias e a finalidade de cada tipo de crédito. Além disso, foram considerados estudos sobre estatística, com foco maior em regressão linear simples e múltipla. Este embasamento teórico é essencial para compreender as variáveis envolvidas e definir as metodologias mais adequadas.

#### **B. Modelo TAM do Mercado de Crédito**

O modelo TAM foi elaborado para analisar o comportamento da receita do mercado de crédito ao longo dos últimos anos, oferecendo um levantamento de dados históricos para embasar o estudo.

#### **C. Delimitação das Variáveis Estudadas**

Foram selecionadas as variáveis que melhor representam o funcionamento do mercado de crédito, considerando relevância, disponibilidade de dados e potencial impacto nos resultados. A revisão bibliográfica auxiliou nesta etapa ao fornecer embasamento para essa seleção.

#### **D. Análise de Correlação**

Foi conduzida uma análise estatística para identificar o grau de correlação entre as variáveis, o que permitiu entender a importância de cada uma delas e priorizar aquelas com maior relevância para os modelos preditivos.

#### **E. Seleção das Variáveis**

Com base nos resultados da análise de correlação, as variáveis mais significativas foram escolhidas para compor os modelos de regressão. Para isso, foi utilizado a premissa de que o erro deve ser menor do que a explicação da variável independente.

#### **F. Regressão Linear Simples**

Inicialmente, foram construídos modelos de regressão linear simples para testar o impacto isolado de cada variável independente sobre a variável dependente.

#### **G. Análise dos Resultados (Regressão Linear Simples)**

Os resultados foram avaliados quanto à significância estatística, confiabilidade e capacidade preditiva.

## H. Regressão Linear Múltipla

Em seguida, foi realizada a regressão linear múltipla, considerando a combinação das variáveis independentes selecionadas para avaliar seus impactos combinados na variável dependente.

## I. Análise dos Resultados (Regressão Linear Múltipla)

Os resultados do modelo múltiplo foram analisados, validando a confiabilidade e capacidade preditiva.

## J. Comparação das Regressões

As métricas de desempenho dos modelos simples e múltiplos foram comparadas para identificar o mais eficiente e interpretável. Sendo assim, foram comparados quanto a assertividade e confiança dos resultados.

## K. Projeção do Mercado de Crédito

Com base no modelo mais robusto, foram realizadas projeções sobre o comportamento futuro do mercado de crédito.

## L. Análise Final dos Resultados

Os resultados das projeções foram avaliados, considerando o modelo de regressão utilizado e os resultados de receita do mercado de crédito obtidos.

# 3.1 Metodologia PDCA

Para o desenvolvimentdo do trabalho, foi utilizada o ciclo PDCA principalmente nas etapa de construção das análises e refinamento dos resultados, permitindo que o trabalho fosse conduzido de forma iterativa, garantindo a melhoria contínua em todas as fases.

Primeiramente, na etapa de planejamento (*Plan*), foram estabelecidos os objetivos da análise, como determinar as métricas a serem utilizadas na avaliação dos modelos, e definir critérios para a escolha das variáveis mais relevantes e do modelo preditivo mais adequado. No caso, foi utilizada a métrica  $R^2$ , com um valor de pelo menos 0,707.

Na etapa de execução (*Do*), as ações planejadas foram implementadas, o que incluiu a construção dos modelos de regressão linear simples e múltipla com base nas variáveis previamente selecionadas, a realização das análises dos resultados obtidos, baseado nas métricas estabelecidas na etapa anterior. Essa etapa exigiu uso de ferramentas estatísticas, no caso, Jupyter Notebook para garantir resultados confiáveis.

Posteriormente, na fase de checagem (*Check*), os resultados obtidos foram avaliados criticamente para verificar se estavam alinhados com os objetivos iniciais. Foram realizadas comparações entre as métricas de desempenho dos modelos para identificar aquele com maior eficácia e consistência, análises sobre a validade das hipóteses formuladas no início do estudo e sobre a consistência das projeções geradas, com atenção especial para a identificação de desvios ou inconsistências que poderiam comprometer a qualidade do estudo.

Por fim, na etapa de ação (*Act*), as informações coletadas durante a checagem foram utilizadas para implementar melhorias no processo, o que envolveu a revisão das variáveis consideradas nos modelos, realizando ajustes como a inclusão de variáveis que poderiam ser mais relevantes, assim como o ajuste dos parâmetros dos modelos para garantir maior robustez nas projeções.

A aplicação do PDCA foi importante para garantir a qualidade e a consistência dos resultados, permitindo ajustes e refinamentos ao longo do estudo. Dessa forma, o trabalho alcançou projeções mais completas e fundamentadas para o mercado de crédito, assegurando que cada etapa do processo fosse conduzida de forma alinhada aos objetivos iniciais.



## 4 ANÁLISE DO MERCADO ATUAL

Este capítulo apresenta o modelo TAM do mercado de crédito, com o objetivo de mapear e quantificar o potencial desse mercado em receita para as diversas modalidades de crédito disponíveis. A partir dessa modelagem, é possível compreender as dimensões do mercado atual e identificar as variáveis que impactam as principais divisões do mercado de crédito: recursos livres, direcionados e cartão de crédito para pessoa física e jurídica. O uso do TAM permite o mapeamento da receita total disponível no mercado a cada trimestre para embasar as análises de correlação e definição das variáveis de estudo.

Além disso, é apresentado neste capítulo as variáveis definidas para o estudo, assim como os seus valores de correlação com o mercado de crédito. A partir disso, é feita uma seleção das variáveis que são usadas para as análises de regressão.

### 4.1 Tamanho do mercado de crédito

A modelagem do TAM do mercado de crédito, uma metodologia amplamente utilizada para calcular o potencial de receita disponível em determinado setor, foi o primeiro passo para o desenvolvimento deste estudo. Essa estimativa da receita máxima que foi gerada nesse mercado nos últimos anos considera as diferentes categorias e características dos produtos de crédito, como crédito pessoal, financiamentos imobiliários, e crédito consignado, conforme descrito nas referências bibliográficas. Esse modelo permite uma visão clara da escala do mercado e serve como uma base para a análise das projeções de crescimento.

As Figuras 5, 6 e 7 apresentam as categorias específicas que foram consideradas para poder aumentar a assertividade do cálculo total de receita no modelo.

Figura 5: Categorias Crédito Recursos Livres

<b>Crédito - Recursos Livres</b>	
<b>Pessoa Física</b>	<b>Pessoa Jurídica</b>
<b>Cheque Especial</b>	<b>Desconto Duplicatas e Recebíveis</b>
<b>Crédito Pessoal Não Consignado</b>	<b>Desconto de Cheques</b>
<b>Crédito Pessoal Consignado</b>	<b>Antecipação Cartão de Crédito</b>
Privado	<b>Capital de Giro Total</b>
Público	Capital de Giro até 365 dias
INSS	Capital de Giro acima de 365 dias
<b>Aquisição de Bens Total</b>	Capital de Giro Rotativo
Aquisição de Veículos	<b>Conta Garantida</b>
Aquisição de Outros Bens	<b>Cheque Especial</b>
<b>Arrendamento Mercantil Total</b>	<b>Aquisição de Bens Total</b>
Arrendamento Mercantil Veículos	Aquisição de Veículos
Arrendamento Mercantil Outros Bens	Aquisição de Outros Bens
<b>Desconto de Cheques</b>	<b>Arrendamento Mercantil Total</b>
<b>Composição de Dívidas</b>	Arrendamento Mercantil Veículos
<b>Outros créditos livres</b>	Arrendamento Mercantil Outros Bens
<b>Crédito Imobiliário</b>	<b>Vendor</b>
Comercial	<b>Compror</b>
Home equity	<b>ACC</b>
Livre	<b>Financiamento Importações</b>
FGTS	<b>Financiamento Exportações</b>
SFH	<b>Repasse Externo</b>
	<b>Outros Créditos Livres</b>

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 6: Categorias Crédito Recursos Direcionado

<b>Crédito - Recursos Direcionados</b>
<b>Pessoa Jurídica</b>
<b>Crédito Rural Total</b>
Crédito Rural Taxas de Mercado
Crédito Rural Taxas Reguladas
<b>Financiamento Imobiliário Total</b>
Financiamento Imobiliário Taxas de Mercado
Financiamento Imobiliário Taxas Reguladas
<b>Financiamento Recursos BNDES Total</b>
Capital de Giro Recursos BNDES
Financiamento Investimentos Recursos BNDES
Financiamento Agroindustrial Recursos BNDES
<b>Outros Créditos Direcionados</b>

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 7: Categorias Cartão de Crédito

Cartão de Crédito	
Pessoa Física	Pessoa Jurídica
<b>Interchange</b>	<b>Interchange</b>
Premium	<b>Spread Cambial</b>
Intermediário	<b>Anuidade</b>
Básico	<b>Cartão de Crédito</b>
<b>Spread Cambial</b>	Rotativo
Premium	Parcelado
Intermediário	À Vista
Básico	
<b>Anuidade</b>	
Premium	
Intermediário	
Básico	
<b>Cartão de Crédito</b>	
Rotativo	
Parcelado	
À Vista	

Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, para cada uma das categorias do mercado de crédito, foi possível coletar dados detalhados fornecidos pelo Bacen, com informações como o estoque de crédito, a taxa de inadimplência, os juros praticados em cada tipo de operação de crédito e a duração das carteiras, ou em inglês, *duration*, que indica a sensibilidade do valor das carteiras de crédito às variações nas taxas de juros ao longo do tempo. A partir dessas informações, foi possível calcular a receita de cada segmento, e portanto, do setor. Sendo assim, foi utilizada apresentada na equação 4.1.

$$\text{Receita} = \text{Estoque de Crédito} \times \text{Taxa de Juros} \times (1 - \text{Taxa de Inadimplência}) \times \text{Duration} \quad (4.1)$$

Essa fórmula permite estimar a receita líquida gerada por cada segmento, levando em consideração o volume de crédito em circulação, o risco de inadimplência e a rentabilidade das operações. Para fins de aproximação dos valores para cada trimestre, foi feita a média do período, ou seja, dos três meses de cada trimestre. Com relação a *duration* das carteiras é um indicador importante para entender o tempo médio de retorno sobre os empréstimos e o impacto das flutuações nas taxas de juros sobre o valor presente das carteiras de crédito.

Essa metodologia de cálculo forneceu uma visão completa sobre a distribuição da

receita entre pessoa física e pessoa jurídica no Brasil e entre a distribuição de recursos livres, direcionados e cartão de crédito. Por exemplo, o mercado como um todo no 4º trimestre de 2015 era de 750,8 bilhões de reais, sendo 80,9 bilhões de reais relativos ao cartão de crédito (11%), enquanto no 4º trimestre de 2023 era de 1.258,7 bilhões de reais, sendo 237,4 bilhões de reais de cartão de crédito (19%). Isso mostra um crescimento significativo na relevância do cartão de crédito nos últimos anos. Os dados obtidos a cada trimestre para cada categoria estão apresentados nos Apêndices A, B,C, D e E.

4.2 Definição de variáveis

Para a seleção das variáveis a serem analisadas no estudo, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica detalhada para identificar os fatores macroeconômicos e estruturais que mais impactam o mercado de crédito. A partir dessa revisão, foram selecionadas as variáveis mais relevantes e que, com base na literatura, exercem influência significativa sobre o comportamento do mercado de crédito, tanto no que diz respeito à oferta quanto à demanda por crédito. O objetivo foi construir um modelo que abrangesse as principais variáveis que afetam a dinâmica do crédito no Brasil e que, portanto, poderiam contribuir para uma análise mais precisa e robusta.

Quadro 1: Variáveis definidas para o estudo

Variáveis a serem projetadas	Variáveis Relacionadas
Recursos Livres - PF	Selic (avg)
Recursos Livres - PJ	IPCA
Cartão de Crédito - PF	INPC (avg)
Cartão de Crédito - PJ	FX Rate (avg)
	PIB Brasil - Valor nominal
	População Brasil
	Consumo das famílias
	Endividamento
	Desemprego

Fonte: Elaborada pela autora

Entre as variáveis selecionadas, destacam-se fatores como a taxa Selic, que é um dos principais instrumentos de política monetária do Banco Central e impacta diretamente as

taxas de juros no mercado de crédito. A taxa de câmbio, por sua vez, afeta tanto o custo das operações de crédito em moeda estrangeira quanto a capacidade de pagamento das empresas e indivíduos que possuem dívidas denominadas em dólares ou outras moedas. O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) foi incluído como uma medida de inflação, pois a variação nos preços afeta diretamente o poder de compra das famílias e, consequentemente, a capacidade de pagamento e o comportamento das taxas de juros no mercado de crédito.

Além disso, o Produto Interno Bruto (PIB) nominal foi considerado, pois o desempenho da economia, refletido no crescimento do PIB, tem uma forte correlação com a demanda por crédito, especialmente para investimentos e consumo. A população do Brasil, como um indicativo do tamanho do mercado e da base de consumidores, também foi incluída, já que uma população crescente pode afetar a necessidade de crédito em diferentes setores. O Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), que mede a variação dos preços para as famílias com menor poder aquisitivo, foi considerado para entender como a inflação impacta os segmentos mais vulneráveis ao crédito.

Outras variáveis de relevância para a análise foram o consumo das famílias, que tem uma correlação direta com a utilização de crédito para consumo pessoal, e a taxa de desemprego, que pode influenciar diretamente a capacidade de pagamento das famílias e o nível de inadimplência. Por fim, o índice de endividamento das famílias foi incluído como uma variável chave, uma vez que o nível de endividamento tem uma relação direta com a capacidade de tomar novos créditos e a saúde financeira do mercado de crédito.

Ao selecionar essas variáveis, o estudo busca oferecer uma visão abrangente e detalhada dos fatores que influenciam o mercado de crédito, permitindo uma análise mais precisa e uma modelagem do impacto desses fatores na dinâmica de crédito no Brasil. Cada uma dessas variáveis foi escolhida com base em sua relevância prática e teórica, essenciais para entender as tendências e desafios do setor. O Apêndice F apresenta as variáveis que foram selecionadas e o comportamento histórico ao longo dos trimestres.

### 4.3 Variáveis Selecionadas

Para a seleção das variáveis a serem analisadas no estudo, foi adotado o método de correlação como critério principal, visto que esse método permite identificar a força da relação entre as variáveis, ajudando a determinar quais fatores possuem uma associação significativa com o mercado de crédito. O critério utilizado para a seleção foi a escolha

de correlações superiores a 0,707, dado que uma correlação mais alta indica uma relação mais forte e, portanto, uma maior relevância para a análise. Além disso, ao adotar esse critério, a fórmula utilizada no estudo sugere que o erro na estimativa seria minimizado.

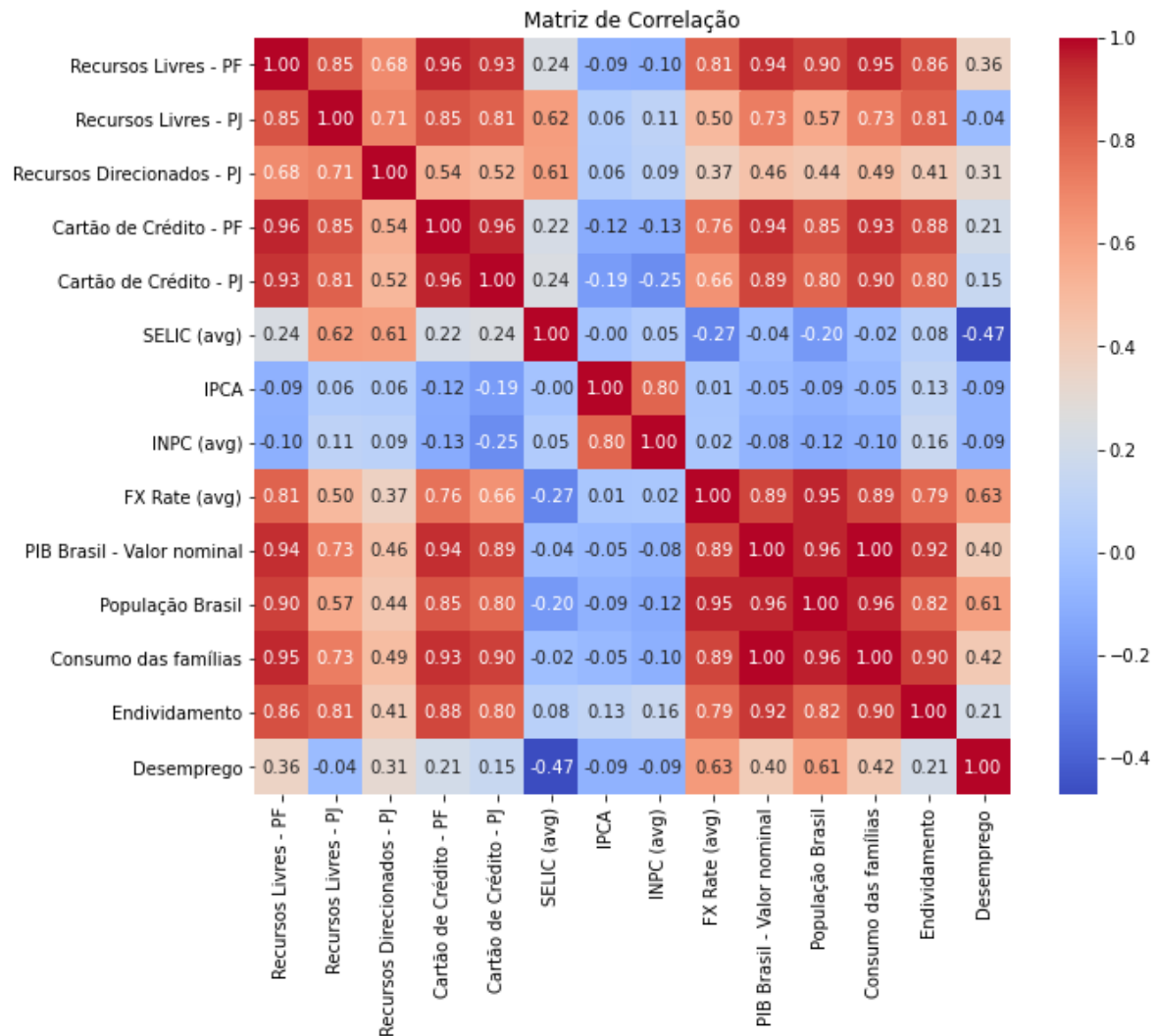
Vale destacar que a correlação entre duas variáveis não só indica a força da relação linear entre elas, mas também nos permite entender quanto da variação de uma variável pode ser explicada pela outra. O coeficiente de determinação  $r^2$ , que é obtido ao elevar o valor de  $r$  ao quadrado, representa a fração da variação de uma variável que é explicada pela outra. Para garantir que a relação entre as variáveis seja relevante, é necessário que o coeficiente de determinação  $r^2$  seja pelo menos 50% da variação total, ou seja, o valor de  $r$  deve ser pelo menos 0,707. Esse critério pode ser expresso pela fórmula 4.2:

$$r^2 \geq 0,50 \quad \text{ou} \quad r \geq \sqrt{0,50} \approx |0,707| \quad (4.2)$$

Isso assegura que a explicação linear da variável seja maior que 50%, e que a parte “não explicada” (o resto) da variação seja inferior a 50%, tornando a correlação significativa para a análise.

Com isso, foi possível construir uma matriz de correlação que visualiza a relação entre as variáveis selecionadas. A análise dessa matriz forneceu uma visão clara de como cada variável se comporta em relação às outras, facilitando a identificação das variáveis mais importantes para o estudo. A Figura 8 apresenta visualmente as correlações observadas entre as variáveis do estudo, permitindo identificar as associações mais fortes e as que poderiam ser descartadas por não apresentarem uma correlação significativa.

Figura 8: Correlação entre as variáveis



Fonte: Elaborada pela autora

A partir dessa análise de correlação, as variáveis selecionadas para o estudo foram aquelas que apresentaram as correlações maiores que 0,707 e, portanto, maior poder explicativo sobre o mercado de crédito. Dessa forma, as variáveis selecionadas foram:

Quadro 2: Correlação entre variáveis selecionadas

Variáveis	Variáveis definidas	Correlação
<b>Recursos Livres - PF</b>	FX Rate	0,81
	PIB Brasil - valor nominal	0,94
	População Brasil	0,90
	Consumo das Famílias	0,95
	Endividamento	0,86
<b>Recursos Livres - PJ</b>	PIB Brasil - valor nominal	0,73
	Consumo das Famílias	0,73
	Endividamento	0,81
<b>Cartão de Crédito - PF</b>	FX Rate	0,76
	PIB Brasil - valor nominal	0,94
	População Brasil	0,85
	Consumo das Famílias	0,93
	Endividamento	0,88
<b>Cartão de Crédito - PJ</b>	PIB Brasil - valor nominal	0,89
	População Brasil	0,80
	Consumo das Famílias	0,90
	Endividamento	0,80

Fonte: Elaborada pela autora

Essas variáveis formam o conjunto de dados final utilizado no estudo, com a garantia de que cada uma delas possui uma correlação substancial com o mercado de crédito, proporcionando uma análise mais robusta e precisa dos fatores que influenciam o setor.



## 5 PROJEÇÃO DO MERCADO

Para realizar a projeção do mercado, foi feito um estudo preliminar utilizando regressão linear simples, no qual foi analisado o impacto individual de cada variável selecionada sobre as receitas. As variáveis escolhidas foram aquelas com maior relevância para o comportamento das receitas de recursos livres para pessoas físicas (PF) e jurídicas (PJ) e o uso de cartões de crédito para PF e PJ.

Em seguida, para uma análise mais robusta, foi feito um compilado das variáveis mais significativas para a regressão linear múltipla, que permite avaliar as interações entre as variáveis selecionadas. Esse modelo considerou como as variáveis, quando combinadas, afetam as receitas de forma conjunta, proporcionando uma visão mais completa e precisa das influências no mercado.

Com a regressão linear múltipla, conseguimos uma previsão mais confiável das receitas, considerando o peso relativo de cada variável e sua interação. A análise também nos permitiu avaliar a qualidade do modelo, utilizando métricas como o coeficiente de determinação  $R^2$ , que indicam a proporção da variação das receitas explicada pelas variáveis. Esse processo forneceu uma base sólida para as projeções do mercado, com previsões mais robustas e detalhadas.

### 5.1 Regressão Linear Simples

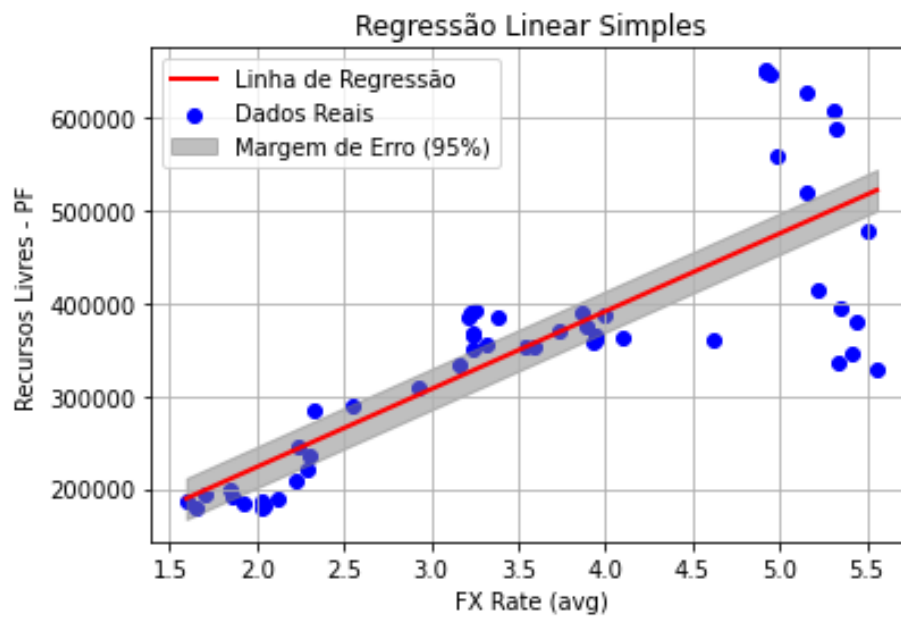
Para a aplicação do modelo de regressão linear simples, foi utilizado o Jupyter Notebook. Essa ferramenta permitiu realizar a análise dos dados trimestrais desde 2011 de forma dinâmica, facilitando a visualização e o processamento dos dados.

O ambiente Jupyter possibilitou a integração com bibliotecas como pandas, numpy e matplotlib, essenciais para o tratamento e visualização dos dados, proporcionando uma análise aprofundada e visualmente clara das relações entre as variáveis. O código desenvolvido está no Apêndice H.

### 5.1.1 Recursos Livres para Pessoas Físicas

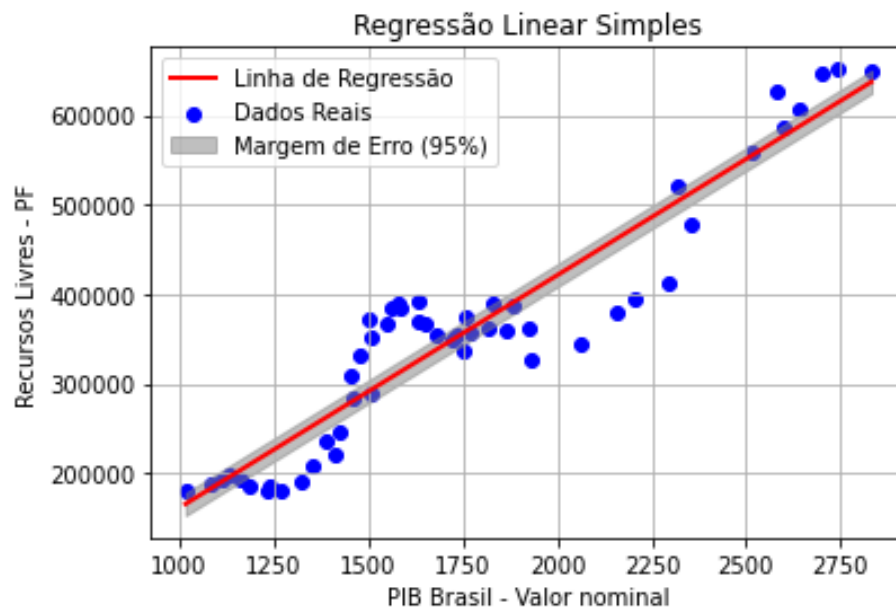
Iniciando a análise para os recursos livres de pessoas físicas, as variáveis selecionadas foram: taxa de câmbio, PIB, população do Brasil, consumo das famílias e endividamento. Neste sentido, foram feitas as regressões lineares simples para cada uma das variáveis e os resultados estão apresentados nas Figuras 9, 10, 11, 12 e 13.

Figura 9: Recursos Livres PF vs. FX Rate



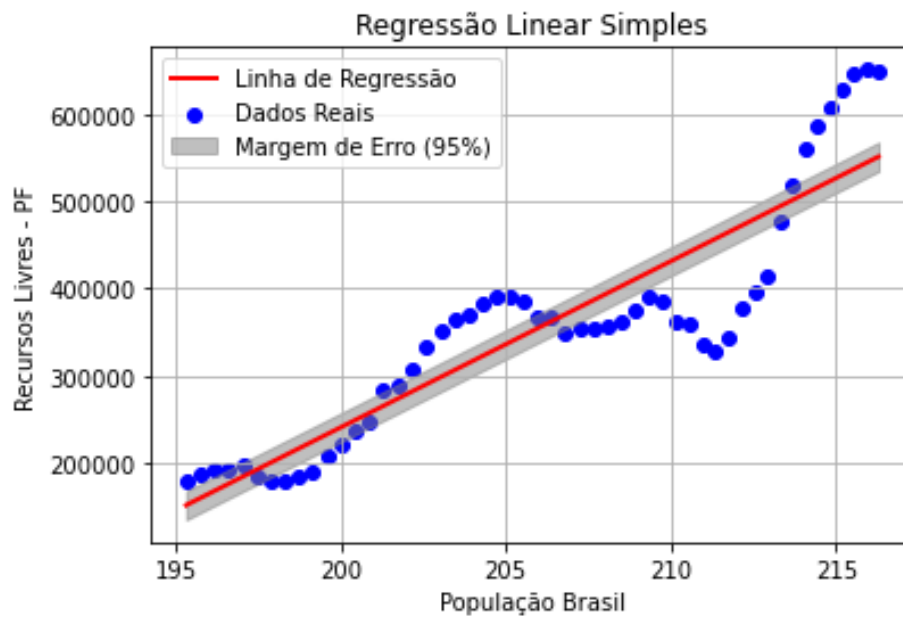
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 10: Recursos Livres PF vs. PIB Brasil



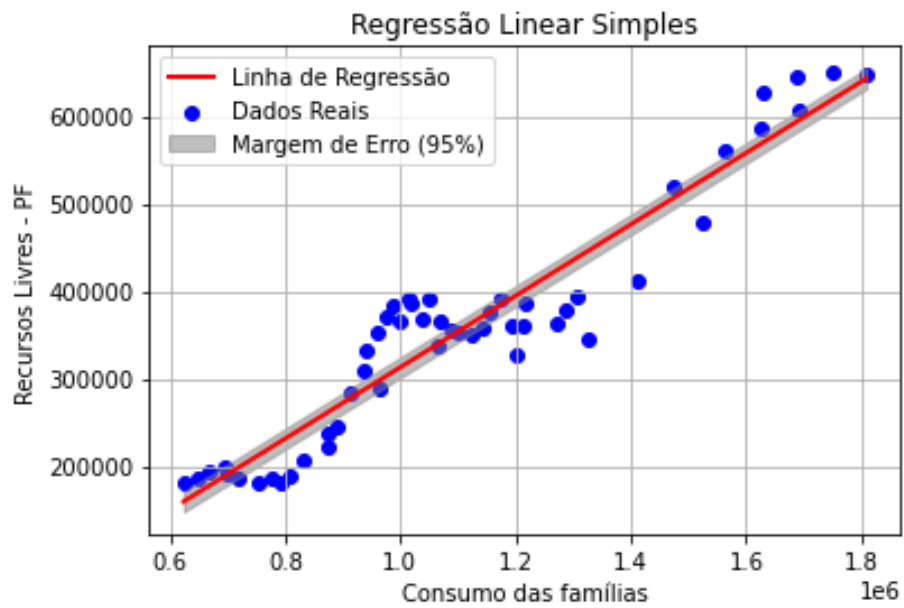
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 11: Recursos Livres PF vs. População Brasil



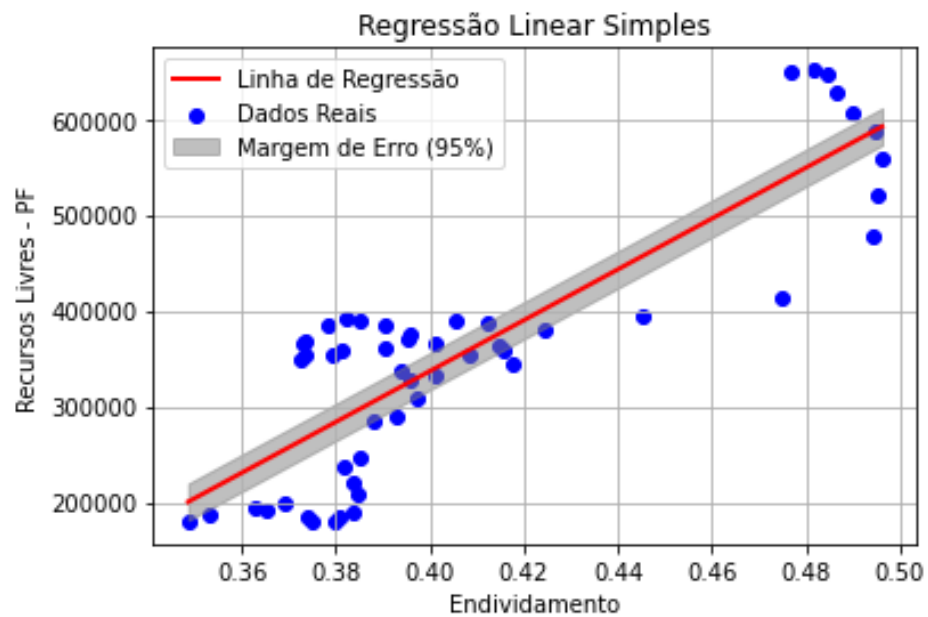
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 12: Recursos Livres PF vs. Consumo das Famílias



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 13: Recursos Livres PF vs. Endividamento



Fonte: Elaborada pela autora

Nas regressões foram obtidos diferentes margens de erro, coeficientes  $R^2$ , MAE e RMSE, em que os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Margens de erro dos Recursos Livres - PF

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Correlação</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>
FX Rate	0,81	0,65	54.993	77.809
PIB Brasil - valor nominal	0,94	0,88	35.494	77.809
População Brasil	0,90	0,81	47.710	58.019
Consumo das Famílias	0,95	0,90	33.354	40.918
Endividamento	0,86	0,74	58.404	67.776

Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, é possível obter as seguintes equações lineares para cada uma das regressões, representadas na Tabela 2.

Tabela 2: Equações lineares simples dos Recursos Livres - PF

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Coeficiente angular</b>	<b>Intercepto</b>
FX Rate	83.896	55.563
PIB Brasil - valor nominal	260	-98.719
População Brasil	19.054	-3.569.740
Consumo das Famílias	0,4	-95.160
Endividamento	2.655.119	-725.200

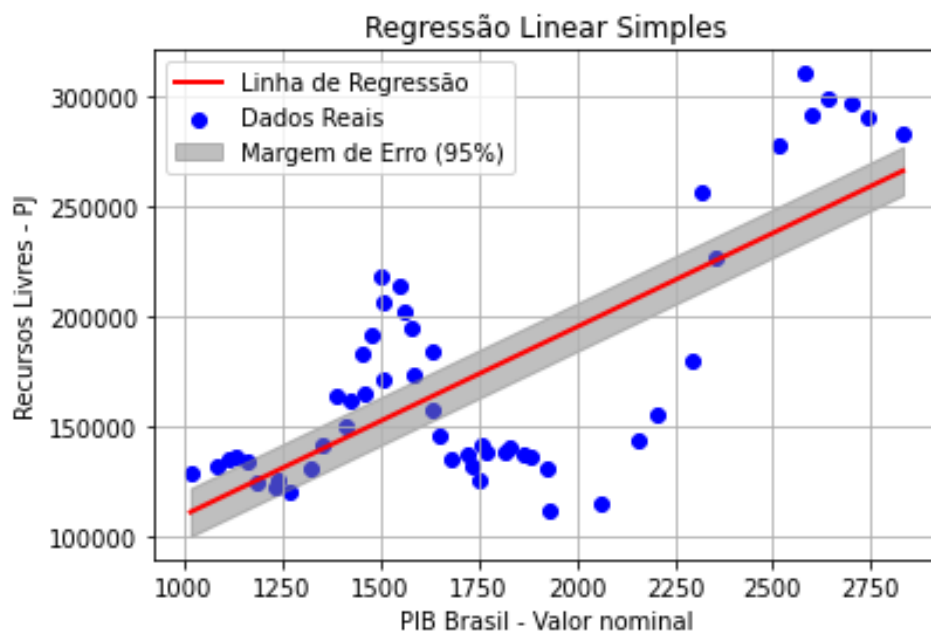
Fonte: Elaborada pela autora

Pode-se perceber que o Consumo das Famílias tem a melhor combinação de alta correlação (0,95), maior  $R^2$  (0,90) e menores erros (MAE e RMSE), sendo a variável mais confiável para explicar os Recursos Livres - PF. Além disso, FX Rate e PIB Brasil têm relações moderadas, mas menos precisas, com maiores erros de previsão.

### 5.1.2 Recursos Livres para Pessoas Jurídicas

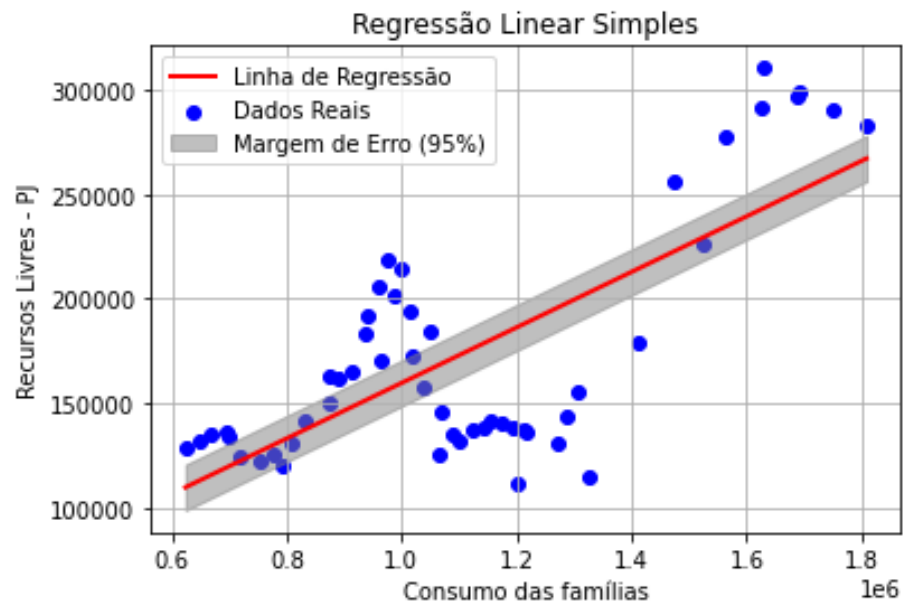
Iniciando a análise para os recursos livres de pessoas jurídicas, as variáveis selecionadas foram: PIB, consumo das famílias e endividamento, e as Figuras 14, 15 e 16 apresentam os resultados visuais das regressões lineares simples para cada uma das variáveis.

Figura 14: Recursos Livres PJ vs. PIB Brasil



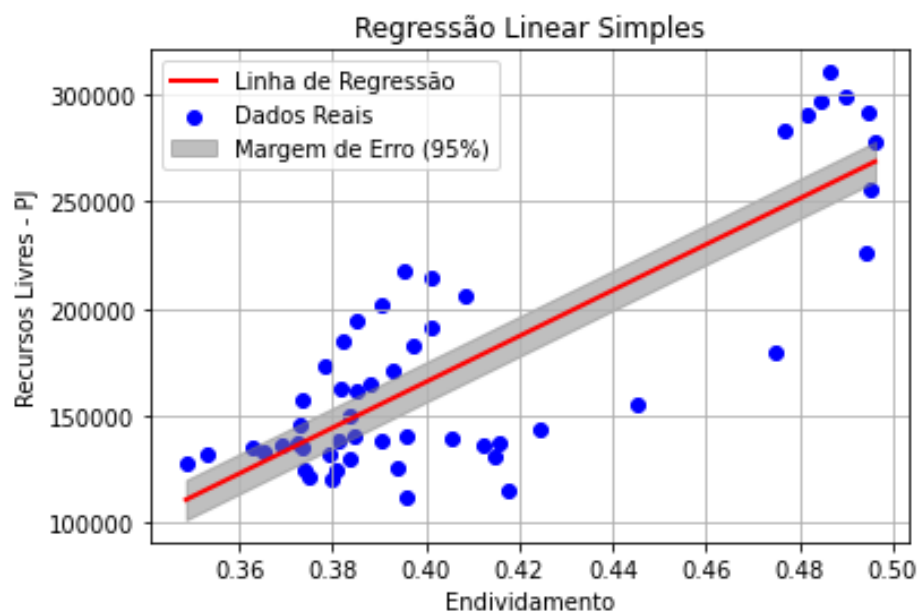
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 15: Recursos Livres PJ vs. Consumo das Famílias



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 16: Recursos Livres PJ vs. Endividamento



Fonte: Elaborada pela autora

Nas regressões foram obtidos diferentes margens de erro, coeficientes  $R^2$ , MAE e RMSE, em que os valores estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Margens de erro dos Recursos Livres - PJ

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Correlação</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>
PIB Brasil - valor nominal	0,73	0,53	32.431	38.506
Consumo das Famílias	0,73	0,53	32.772	38.565
Endividamento	0,81	0,66	27.348	32.715

Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, é possível obter as seguintes equações lineares para cada uma das regressões, representadas na Tabela 4.

Tabela 4: Equações lineares simples dos Recursos Livres - PJ

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Coefficiente angular</b>	<b>Intercepto</b>
PIB Brasil - valor nominal	86	23.908
Consumo das Famílias	0,1	26.760
Endividamento	1.070.147	-262.209

Fonte: Elaborada pela autora

A partir das análises para os Recursos Livres - PJ, é possível perceber que o Endividamento é a variável mais influente, apresentando a maior correlação (0,81), o maior  $R^2$  (0,66) e os menores erros (MAE e RMSE), indicando uma forte relação e maior precisão nas previsões.

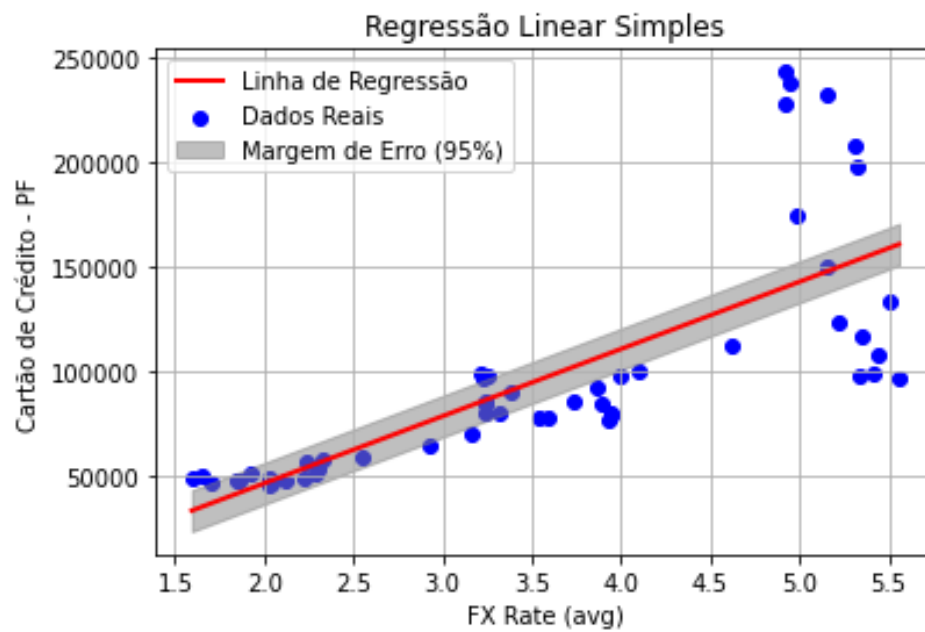
O PIB Brasil e o Consumo das Famílias possuem influências moderadas, com correlações iguais (0,73) e  $R^2$  semelhantes (0,53), sendo que o PIB tem maior impacto nos recursos livres do que o consumo das famílias. Em termos de precisão, a regressão com o Endividamento é a mais confiável, enquanto as demais variáveis apresentam erros ligeiramente superiores.



### 5.1.3 Cartão de Crédito para Pessoas Físicas

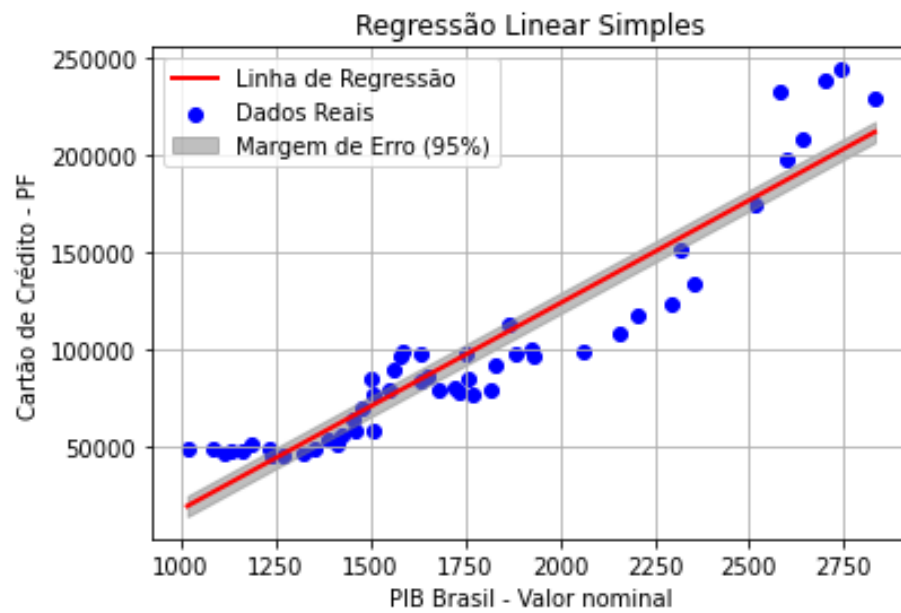
Para análise de cartão de crédito para pessoas físicas, foram selecionadas as variáveis: taxa de câmbio, PIB, consumo das famílias e endividamento. Sendo assim, as Figuras 17, 18, 19, 20 e 21 apresentam os resultados individuais.

Figura 17: Cartão de Crédito PF vs. FX Rate



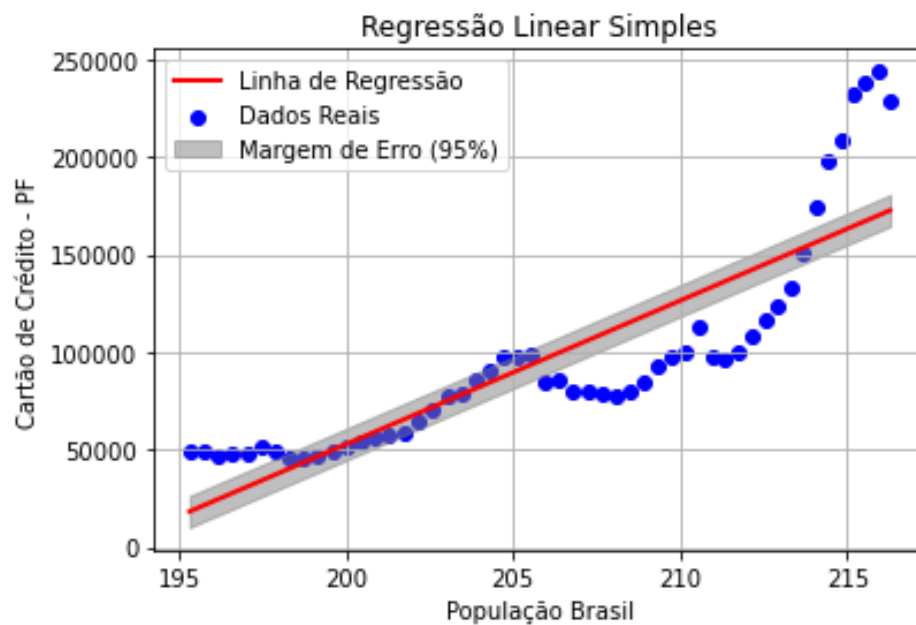
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 18: Cartão de Crédito PF vs. PIB Brasil



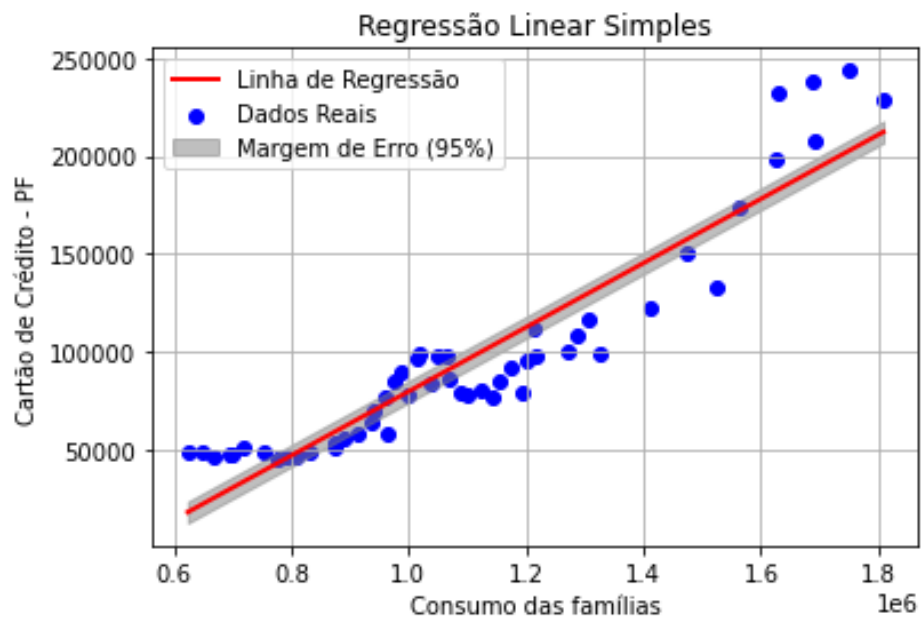
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 19: Cartão de Crédito PF vs. População



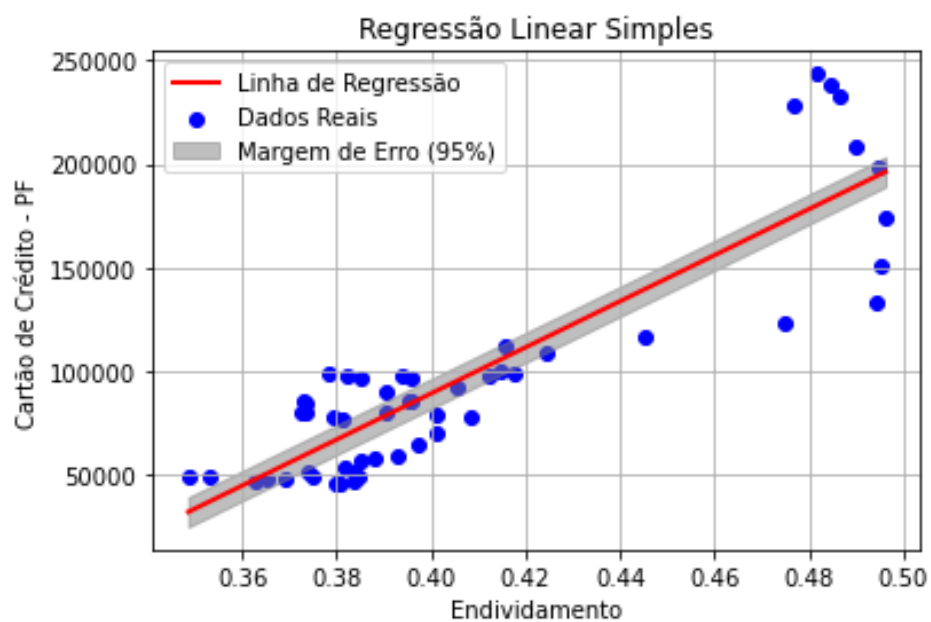
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 20: Cartão de Crédito PF vs. Consumo das famílias



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 21: Cartão de Crédito PF vs. Endividamento



Fonte: Elaborada pela autora

Nas regressões foram obtidos diferentes margens de erro, coeficientes  $R^2$ , MAE e RMSE, em que os valores estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 5: Margens de erro do Cartão de Crédito - PF

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Correlação</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>
FX Rate	0,76	0,58	23.346	34.918
PIB Brasil - valor nominal	0,94	0,88	14.703	18.476
População Brasil	0,85	0,72	21.447	28.335
Consumo das Famílias	0,93	0,87	15.316	19.218
Endividamento	0,88	0,78	19.951	25.300

Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, é possível obter as seguintes equações lineares para cada uma das regressões, representadas na Tabela 8.

Tabela 6: Equações lineares simples do Cartão de Crédito - PF

<b>Variáveis Relacionadas</b>	<b>Coeficiente angular</b>	<b>Intercepto</b>
FX Rate	32.222	-18.221
PIB Brasil - valor nominal	106	-87.827
População Brasil	7.353	-1.417.788
Consumo das Famílias	0,2	-83.548
Endividamento	1.113.268	-356.189

Fonte: Elaborada pela autora

A análise dos resultados das regressões lineares simples para o Cartão de Crédito - PF mostra que as variáveis Consumo das Famílias e PIB Brasil possuem maior capacidade explicativa, com altas correlações (0,93 e 0,94, respectivamente), maiores  $R^2$  (0,87 e 0,88) e menores erros (MAE e RMSE). O Endividamento também é relevante, com correlação de 0,88 e  $R^2$  de 0,78, mas apresenta menor precisão. Por outro lado, o FX Rate e a População Brasil têm menores correlações e  $R^2$  (0,76 e 0,58; 0,85 e 0,72, respectivamente), indicando

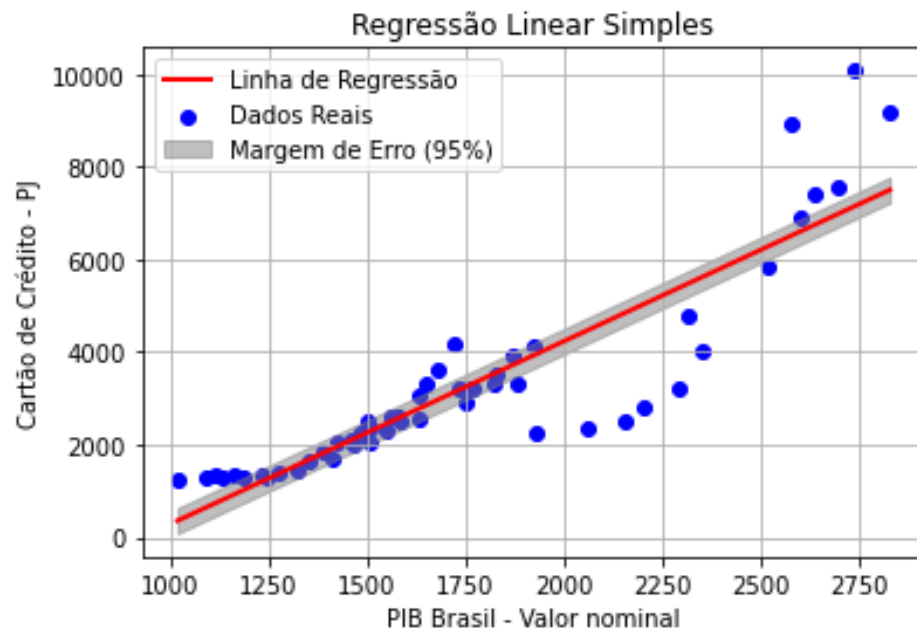
impacto mais limitado.

Em termos de coeficientes angulares, o Endividamento se destaca com impacto expressivo (1.113.268), sugerindo que é a variável com maior influência direta no volume do Cartão de Crédito - PF, enquanto o Consumo das Famílias e o PIB Brasil refletem influências econômicas gerais mais estáveis. Assim, o desempenho do cartão de crédito está fortemente associado ao comportamento de consumo e à saúde econômica global.

#### 5.1.4 Cartão de Crédito para Pessoas Jurídicas

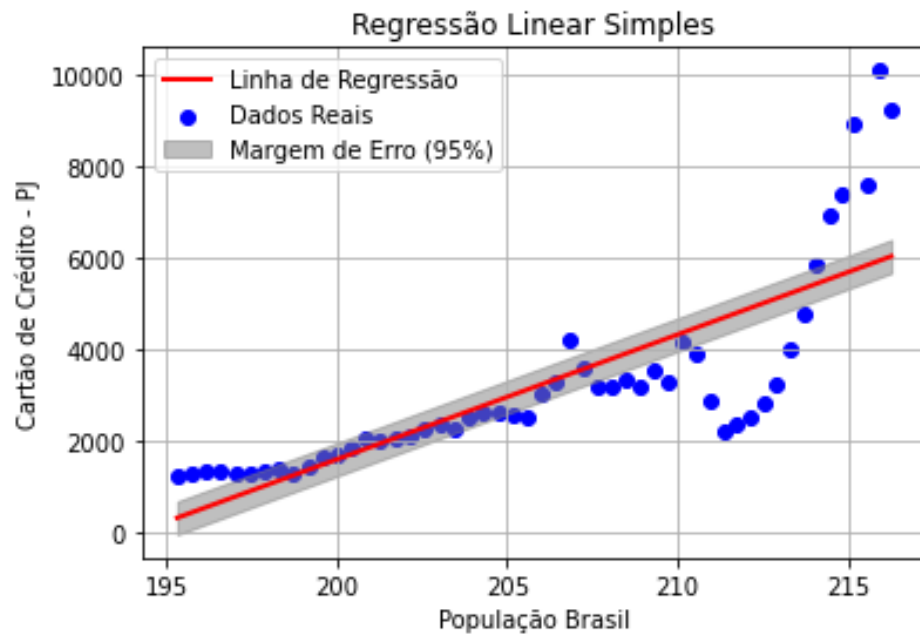
Com relação ao cartão de crédito para pessoas jurídicas, foram selecionadas as variáveis: PIB, população do Brasil, consumo das famílias e endividamento. Sendo assim, as Figuras 22, 23, 24 e 25 apresentam os resultados individuais de cada regressão linear simples.

Figura 22: Cartão de Crédito PJ vs. PIB Brasil



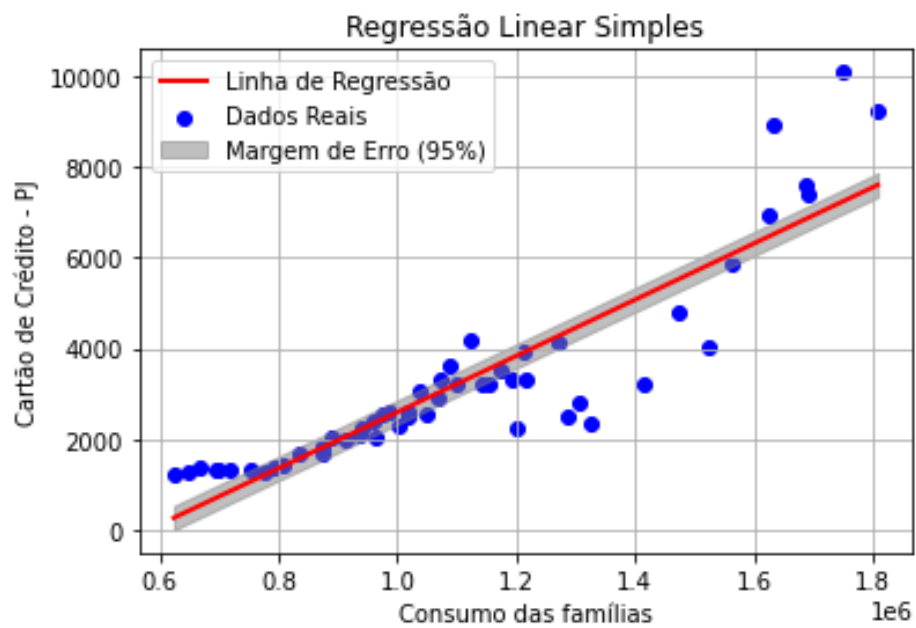
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 23: Cartão de Crédito PJ vs. População



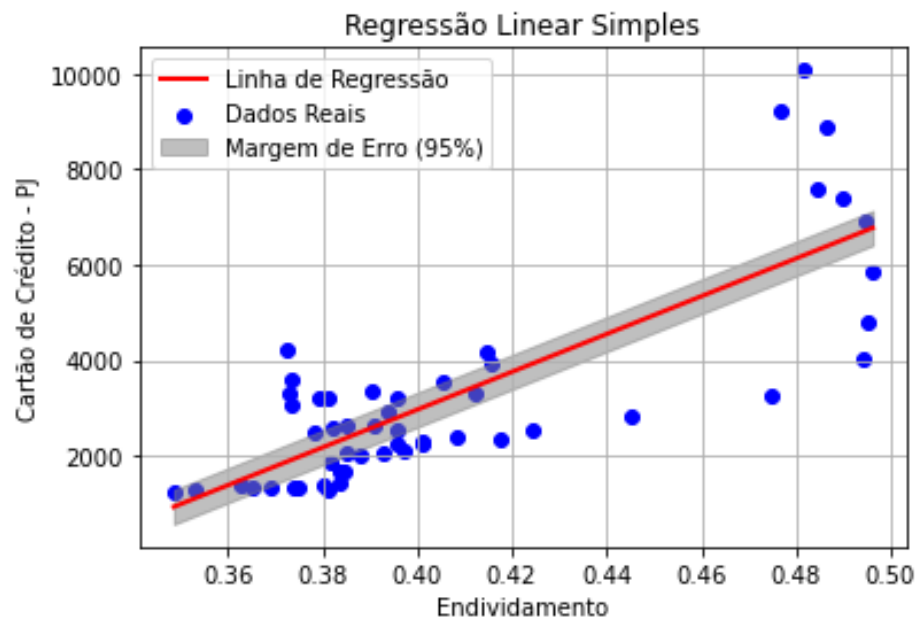
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 24: Cartão de Crédito PJ vs. Consumo das famílias



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 25: Cartão de Crédito PJ vs. Endividamento



Fonte: Elaborada pela autora

Nas regressões foram obtidos diferentes margens de erro, coeficientes  $R^2$ , MAE e RMSE, em que os valores estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Margens de erro do Cartão de Crédito - PF

Variáveis Relacionadas	Correlação	$R^2$	MAE	RMSE
PIB Brasil - valor nominal	0,89	0,79	605	965
População Brasil	0,80	0,64	844	1.271
Consumo das Famílias	0,90	0,80	606	927
Endividamento	0,80	0,64	952	1.272

Fonte: Elaborada pela autora

Sendo assim, é possível obter as seguintes equações lineares para cada uma das regressões, representadas na Tabela 8.

Tabela 8: Equações lineares simples do Cartão de Crédito - PF

Variáveis Relacionadas	Coefficiente angular	Intercepto
PIB Brasil - valor nominal	4	-3.648
População Brasil	272	-52.777
Consumo das Famílias	0,01	-3.593
Endividamento	39.649	-12.901

Fonte: Elaborada pela autora

A análise das regressões lineares simples para o Cartão de Crédito - PF destaca o Consumo das Famílias e o PIB Brasil - valor nominal como as variáveis mais explicativas, com altos  $R^2$  (0,80 e 0,79), menores erros (RMSE de 927 e 965, respectivamente) e maior precisão nas previsões. O Endividamento, embora tenha um impacto marginal expressivo (39.649), apresenta menor precisão devido aos maiores erros (RMSE de 1.272).

A População Brasil, apesar de sua influência moderada ( $R^2 = 0,64$ ), também contribui para explicar a variação. Assim, o desempenho do Cartão de Crédito - PF é mais sensível a fatores macroeconômicos como o consumo e o PIB, enquanto o endividamento demonstra maior volatilidade.

### 5.1.5 Aplicação da Regressão Linear Simples

A análise realizada por meio da regressão linear simples, que considera apenas uma variável independente por vez para explicar a variável dependente, oferece uma visão detalhada do impacto individual de cada fator sobre os produtos financeiros analisados. Para a empresa ABC, do setor financeiro, essa abordagem permite identificar quais variáveis possuem maior poder explicativo sobre resultados como os Recursos Livres - PF e PJ e o uso do Cartão de Crédito - PF e PJ.

Por exemplo, ao observar que variáveis como Consumo das Famílias e PIB Brasil - valor nominal apresentam alta correlação e coeficientes  $R^2$  elevados para explicar o comportamento dos recursos financeiros para PF, a regressão linear simples deixa claro o impacto direto dessas variáveis no aumento ou redução da demanda por crédito. A empresa pode, então, priorizar o monitoramento dessas variáveis como parte de sua estratégia de planejamento, ajustando as condições de crédito conforme as oscilações econômicas.



Além disso, a regressão linear simples aplicada separadamente para cada variável evita a complexidade de interações entre múltiplos fatores, como ocorre em modelos multivariados. Isso simplifica a interpretação e destaca a influência individual de determinantes como o Endividamento, que foi altamente significativo tanto para PF quanto para PJ, com coeficientes angulares elevados. A empresa ABC pode usar essas informações para criar políticas específicas de crédito baseadas no comportamento de endividamento de seus clientes, focando em intervenções estratégicas em cenários de alto risco.

Portanto, a regressão linear simples, ao isolar o impacto de uma variável de cada vez, fornece insights claros e objetivos que podem ser utilizados para tomada de decisão estratégica. Para a empresa ABC, isso significa que cada variável analisada pode guiar ajustes precisos em produtos e serviços financeiros, auxiliando na definição de estratégias mais eficazes e alinhadas ao comportamento econômico de seus clientes.

## 5.2 Regressão Linear Múltipla

A análise de regressão linear múltipla foi realizada utilizando as mesmas variáveis selecionadas anteriormente. O objetivo foi encontrar a equação que determina qual a receita estimada para Recursos Livres (PF e PJ) e Cartão de Crédito (PF e PJ). Para isso, foi desenvolvido um código no Jupyter Notebook, apresentado no Apêndice H, que calculou as equações de regressão com base nos dados disponíveis. Em seguida, foi feita uma projeção para a receita do mercado de crédito, considerando as variáveis independentes apresentadas no Apêndice G. Vale ressaltar que a curva de erro é exponencial e aumenta ao longo do tempo, o que faz com que a projeção seja menos assertiva em projeções longas.

### 5.2.1 Recursos Livres - PF

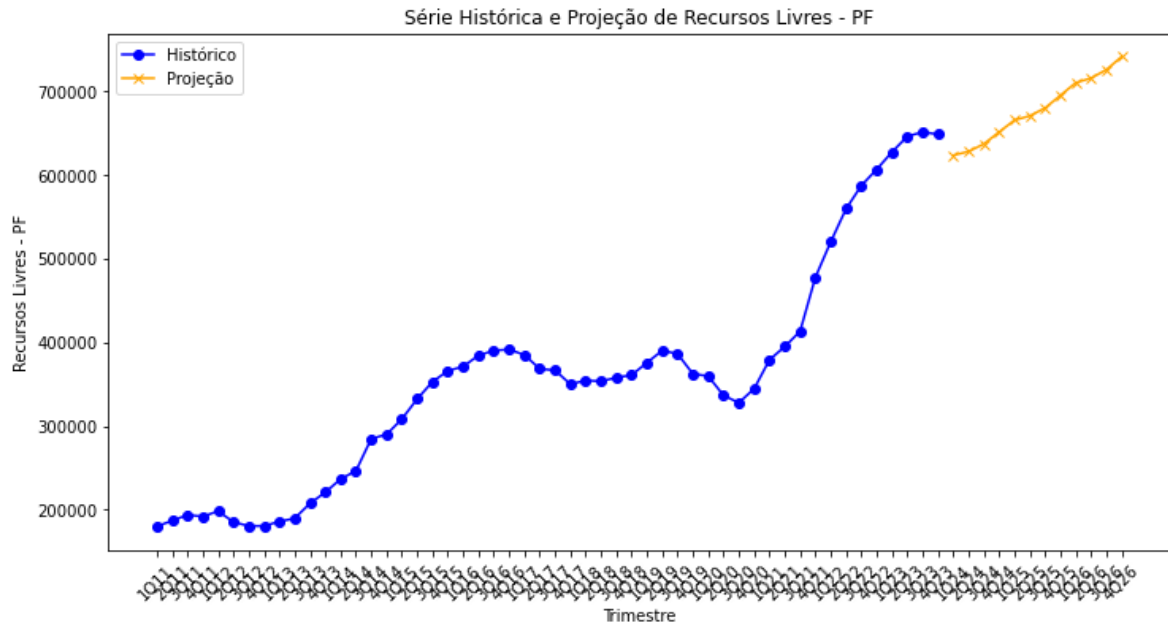
Para Recursos Livres - PF, o resultado da equação obtida está apresentado na equação 5.1.

$$\begin{aligned} \text{Recursos Livres - PF} = & 63.082 + (-12.056) \cdot \text{FX Rate} + (-148) \cdot \text{PIB Brasil} \\ & + (-965) \cdot \text{População Brasil} + 0,7 \cdot \text{Consumo das famílias} \quad (5.1) \\ & + 74.235 \cdot \text{Endividamento} \end{aligned}$$

Sendo assim, utilizando as projeções para as variáveis independentes, apresentada no

Apêndice G, podemos projetar o mercado de Recursos Livres - PF para os próximos 3 anos, conforme a Figura 26.

Figura 26: Projeção Recursos Livres - PF a partir da regressão linear múltipla



Fonte: Elaborada pela autora

A partir da equação de regressão apresentada, os Recursos Livres - PF são influenciados por variáveis macroeconômicas como taxa de câmbio (FX Rate), PIB Brasil, População Brasil, Consumo das Famílias e Endividamento. Nota-se que o impacto do endividamento (coeficiente positivo de 74.235) é significativo e contribui para o aumento dos recursos disponíveis, enquanto fatores como a taxa de câmbio (-12.056) e o PIB Brasil (-148) possuem impacto negativo, sugerindo que uma apreciação do câmbio e uma redução do PIB podem estar associadas a menores valores de recursos livres.

Na projeção de três anos exibida na Figura 26, há uma tendência de crescimento constante nos recursos livres, indicando um cenário otimista, possivelmente sustentado pelo consumo das famílias (coeficiente positivo de 0,7) e pela evolução da dívida. Os dados históricos corroboram a robustez da projeção, com padrões de crescimento similares nas tendências passadas.

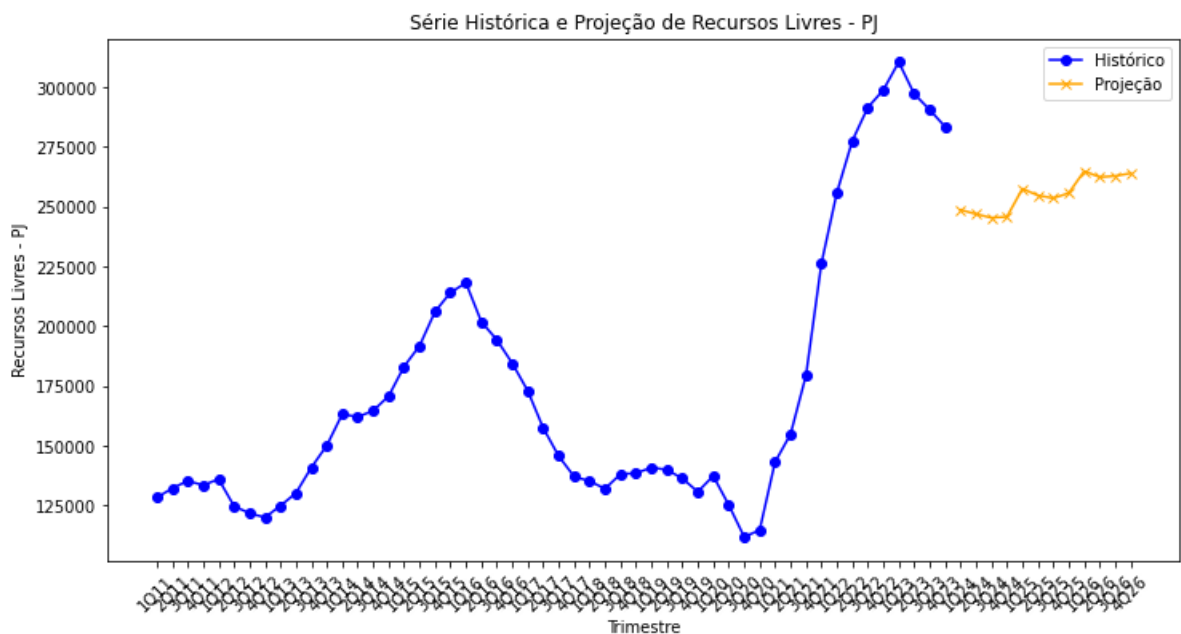
### 5.2.2 Recursos Livres - PJ

Para Recursos Livres - PJ, o resultado da equação obtida está apresentado na equação 5.2.

$$\begin{aligned} \text{Recursos Livres - PJ} = & -321.356 + (-182) \cdot \text{PIB Brasil} + 0,25 \cdot \text{Consumo das famílias} \\ & + 1.322.686 \cdot \text{Endividamento} \end{aligned} \quad (5.2)$$

Sendo assim, a projeção para o mercado de Recursos Livres - PJ, utilizando as projeções para as variáveis independentes apresentadas no Apêndice G, está apresentada na Figura 27.

Figura 27: Projeção Recursos Livres - PJ a partir da regressão linear múltipla



Fonte: Elaborada pela autora

A equação para os Recursos Livres - PJ mostra que os principais fatores que afetam esse indicador são o PIB Brasil, o consumo das famílias e o endividamento. O coeficiente positivo do endividamento (1.322.686) destaca-se como o maior impacto positivo, indicando que o aumento da dívida é um impulsionador significativo dos recursos livres

para pessoas jurídicas. Em contraste, o PIB Brasil apresenta um impacto negativo (-182), sugerindo que uma redução do PIB pode diminuir os recursos livres.

A projeção ilustrada na Figura 27 indica uma tendência de estabilização após um período de alta nos valores históricos. A previsão de crescimento moderado para os próximos três anos reflete um cenário mais conservador, potencialmente ligado à influência do consumo das famílias e às condições de endividamento.

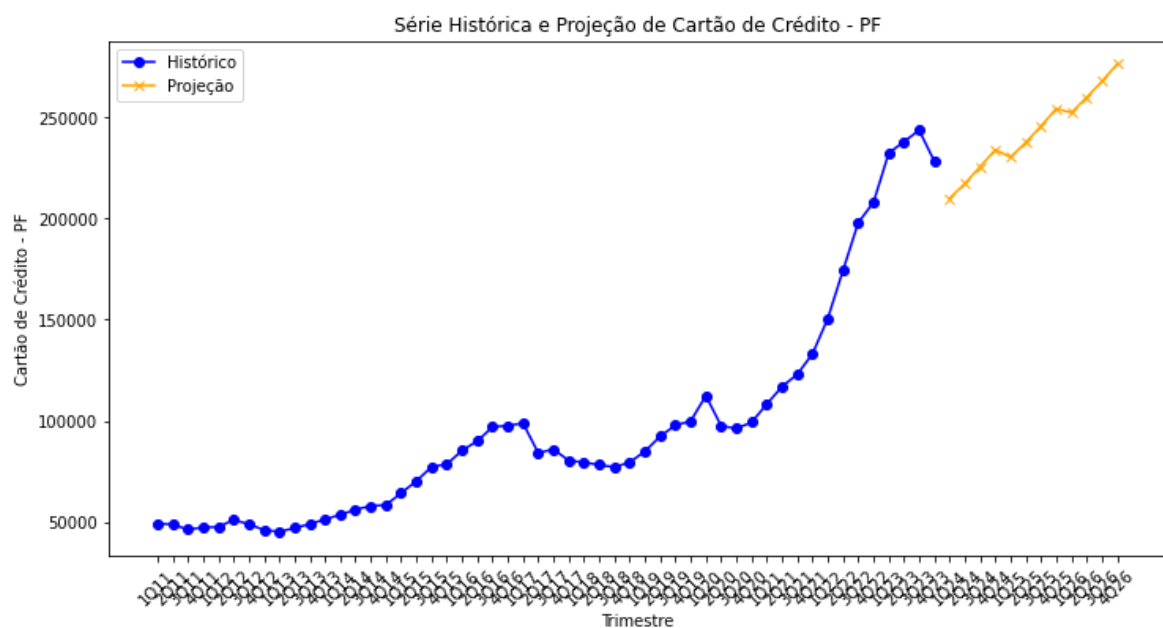
### 5.2.3 Cartão de Crédito - PF

Para Cartão de Crédito - PF, o resultado da equação obtida está apresentado na equação 5.3.

$$\begin{aligned} \text{Cartão de Crédito - PF} = & 868.018 + (-3.441) \cdot \text{FX Rate} + 142 \cdot \text{PIB Brasil} + \\ & (-5.047) \cdot \text{População Brasil} + 0,07 \cdot \text{Consumo das famílias} \\ & + (-102.314) \cdot \text{Endividamento} \end{aligned} \quad (5.3)$$

Sendo assim, é possível projetar a receita do mercado utilizando as projeções para as variáveis independentes, Apêndice G. O resultado está apresentado na Figura 28.

Figura 28: Projeção Cartão de Crédito - PF a partir da regressão linear múltipla



Fonte: Elaborada pela autora

A equação para o Cartão de Crédito - PF revela que as principais variáveis explicativas incluem a taxa de câmbio, PIB Brasil, População Brasil, Consumo das Famílias e Endividamento. Entre estas, destaca-se o impacto negativo do endividamento (-102.314), sugerindo que um aumento nas dívidas está associado à redução no volume de recursos alocados aos cartões de crédito. A taxa de câmbio também apresenta um impacto negativo (-3.441), enquanto o PIB Brasil tem um coeficiente positivo (142), apontando que a expansão econômica contribui para o aumento no uso de cartões de crédito.

A projeção na Figura 28 indica uma tendência de crescimento consistente para os próximos três anos, em linha com o comportamento histórico recente, marcado por um aumento significativo no uso de crédito. Isso sugere um cenário otimista, refletindo uma combinação de crescimento econômico e aumento do consumo.

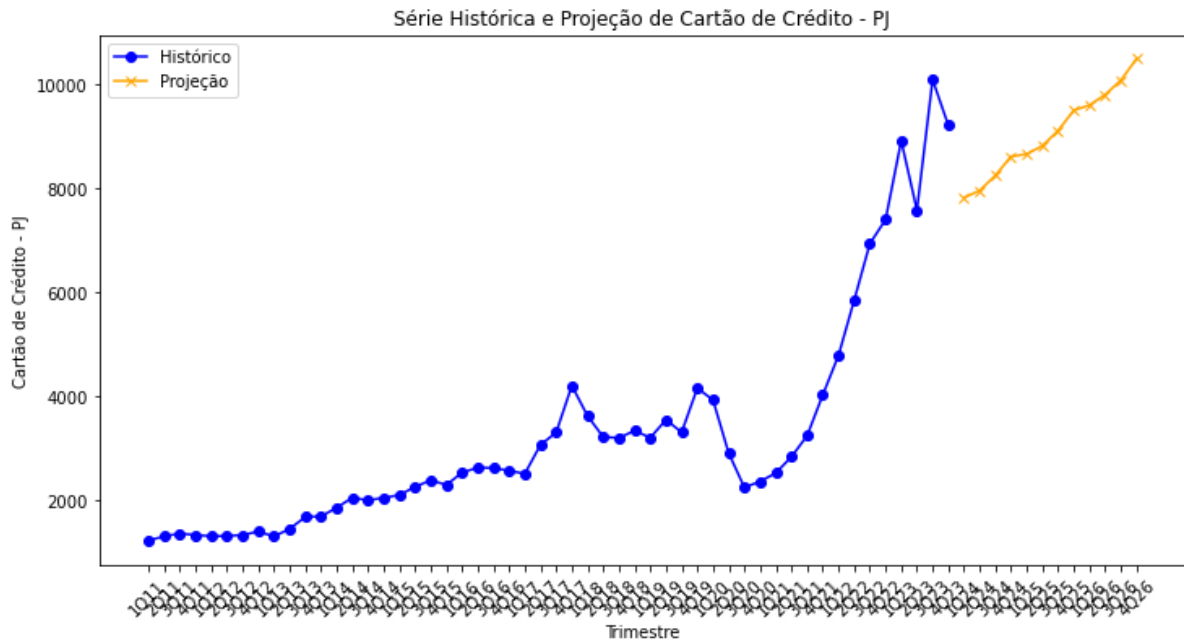
#### 5.2.4 Cartão de Crédito - PJ

Para Cartão de Crédito - PJ, o resultado da equação obtida está apresentado na equação 5.4.

$$\begin{aligned} \text{Cartão de Crédito - PJ} = & 73.932 + 1 \cdot \text{PIB Brasil} + (-391) \cdot \text{População Brasil} \\ & + 0,01 \cdot \text{Consumo das famílias} + (-20.523) \cdot \text{Endividamento} \end{aligned} \quad (5.4)$$

Sendo assim, utilizando as projeções para as variáveis independentes, conforme apresentado no Apêndice G, podemos projetar o mercado de Cartão de Crédito PJ para os próximos 3 anos. O resultado está apresentado na Figura 29.

Figura 29: Projeção Cartão de Crédito - PJ a partir da regressão linear múltipla



Fonte: Elaborada pela autora

A equação para o Cartão de Crédito - PJ destaca que os principais fatores explicativos incluem o PIB Brasil (com coeficiente positivo de 1), a População Brasil (com coeficiente negativo de -391), o Consumo das Famílias (coeficiente positivo, mas pequeno de 0,01) e o Endividamento (impacto negativo de -20.523). O PIB Brasil aparece como o maior impulsionador do crescimento no volume de crédito empresarial, enquanto o endividamento e a redução da população atuam como fatores restritivos.

A projeção na Figura 29 indica uma tendência de crescimento moderado nos próximos três anos, sustentada por um histórico de recuperação após períodos de queda. Isso sugere um cenário de expansão contínua, mas com impacto limitado devido à influência negativa do endividamento e da demografia.

### 5.2.5 Aplicação da Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla pode ser uma ferramenta estratégica fundamental para a empresa ABC ao permitir a análise das relações entre variáveis financeiras, econômicas e de mercado, e seus impactos no desempenho de produtos ou serviços específicos. No contexto da análise de cartões de crédito, por exemplo, a empresa pode utilizar essa técnica para

identificar quais fatores externos (como PIB, consumo das famílias ou endividamento) influenciam diretamente o volume de crédito concedido. Ao compreender essas relações, a empresa pode ajustar suas estratégias de oferta, taxas de juros e políticas de marketing para aproveitar cenários econômicos favoráveis ou mitigar riscos em condições adversas.

Além disso, a regressão linear múltipla permite a criação de projeções que ajudam a empresa ABC a planejar suas operações de forma mais eficiente. Ao prever a demanda futura com base em variáveis explicativas, a empresa pode alinhar seus recursos e investimentos, otimizando sua estrutura de crédito e capturando oportunidades de mercado. Por exemplo, se a regressão indicar que o crescimento do PIB impulsiona o uso de cartões de crédito, a empresa pode focar em campanhas voltadas para regiões ou setores que estejam em expansão econômica.

Por fim, a regressão linear múltipla também possibilita a personalização de estratégias com base em fatores específicos. Se os modelos apontarem, por exemplo, que o endividamento tem um impacto negativo significativo sobre determinados produtos, a empresa pode desenvolver programas de educação financeira ou criar soluções específicas para clientes com alto índice de endividamento, promovendo fidelidade e mitigando riscos de inadimplência. Essa abordagem baseada em dados melhora a eficácia das decisões estratégicas e fortalece a posição competitiva da empresa no mercado.

## 5.3 Regressão Logística

Para realizar a regressão logística, foi desenvolvido um código no Jupyter Notebook, apresentado no Apêndice H. Ele começa pela criação de uma variável binária que indica o crescimento, comparando os valores de um indicador com os valores do período anterior. Em seguida, são selecionadas variáveis relevantes, e o modelo de regressão logística é treinado para prever o crescimento. O desempenho do modelo é avaliado por meio de métricas como curva ROC e AUC.

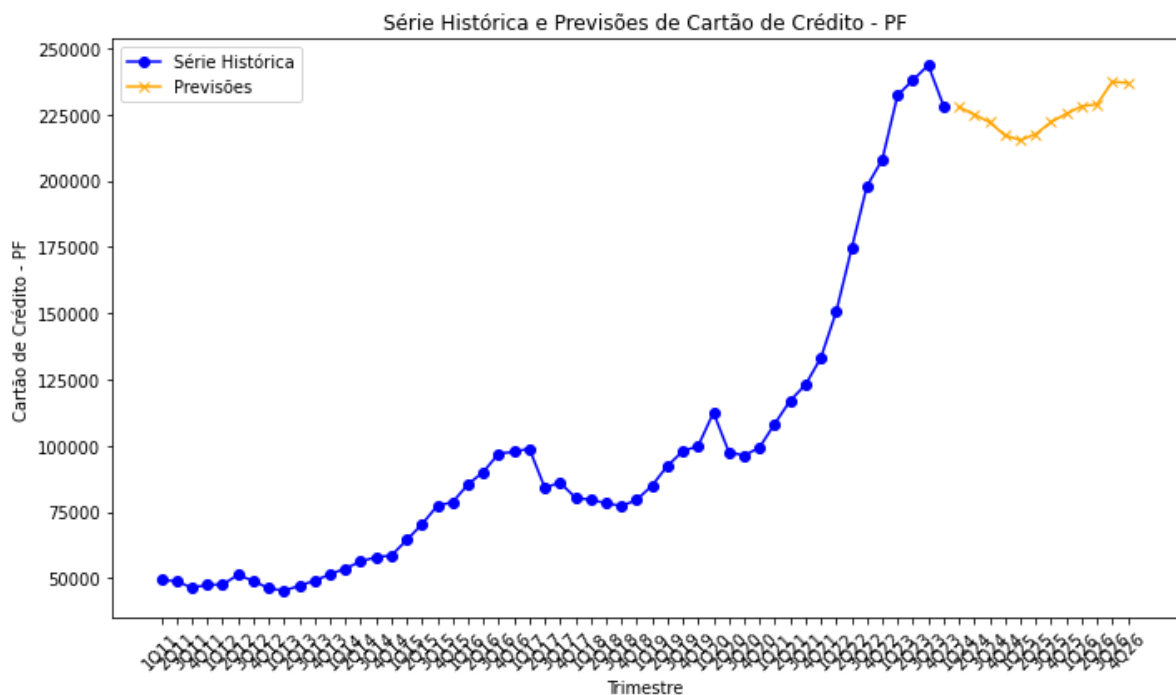
Além disso, o código aplica um modelo de previsão de séries temporais para projetar os valores futuros de um indicador, utilizando um modelo ARIMA para ajustar a série histórica e gerar previsões. A série de dados é expandida para 12 trimestres futuros, e um gráfico é gerado para ilustrar a comparação entre os dados históricos e as previsões. O código, portanto, combina análise preditiva de regressão com modelagem de séries temporais, oferecendo uma visão abrangente do comportamento de um indicador econômico ao longo do tempo e suas possíveis projeções.

O Modelo de regressão foi feito para todas as variáveis, porém só foi encontrado resultados adequados para Cartão de Crédito PF.

### 5.3.1 Cartão de Crédito - PF

O resultado da aplicação do código para Cartão de Crédito - PF está apresentado na Figura 30.

Figura 30: Projeção Cartão de Crédito - PF a partir da regressão logística



Fonte: Elaborada pela autora

A projeção para o Cartão de Crédito - PF, utilizando a regressão logística, apresenta uma previsão consistente com os dados históricos, capturando bem a tendência de crescimento seguida por uma estabilização moderada. A área sob a curva (AUC) de 0,79 indica uma capacidade preditiva significativamente melhor do modelo em comparação com os casos anteriores. Esse desempenho reflete que as variáveis selecionadas explicam com maior precisão os padrões observados, sugerindo uma boa adequação do modelo à natureza dos dados.

O modelo projeta uma estabilização nas previsões, o que pode indicar a saturação ou uma maturidade no crescimento do mercado de cartões de crédito para pessoas físicas.



Essa informação é valiosa para decisões estratégicas, permitindo que a empresa antecipe ajustes em suas ofertas ou políticas para explorar novas oportunidades de crescimento ou mitigar os riscos associados à estagnação.

Com uma AUC elevada, as previsões fornecidas pelo modelo são mais confiáveis e podem ser usadas para suportar decisões estratégicas importantes, como expansão de mercado, definição de taxas de juros ou desenvolvimento de novos produtos financeiros voltados para o público-alvo. O modelo pode ainda servir de base para análise detalhada de cenários, ajudando a empresa a se preparar para diferentes condições econômicas e de consumo. Vale ressaltar que a curva de erro ao longo da projeção é exponencial, ou seja, o modelo fica menos confiável para projeções mais longas.

Além disso, a análise de odds-ratio para as variáveis selecionadas oferece insights valiosos sobre a força e a direção da relação entre as variáveis independentes e a probabilidade de crescimento na receita de Cartão de Crédito - PF. O FX Rate tem uma odds-ratio de 1,1, o que significa que, para cada aumento unitário na taxa de câmbio, a probabilidade do crescimento de receita em cartões de crédito PF aumenta em 10%. Para o PIB, População Brasil, Consumo das Famílias e Endividamento temos as seguintes odds-ratios: 1,5; 1,3; 1,6; e 2,2, respectivamente. Essas odds-ratios fornecem uma visão detalhada de como cada uma dessas variáveis influencia a probabilidade de crescimento do mercado de cartões de crédito.

### 5.3.2 Aplicação da Regressão Logística

A regressão logística tem um papel estratégico para a empresa ABC, especialmente quando se trata de identificar os fatores mais influentes na decisão ou comportamento de clientes. O modelo calcula coeficientes que mostram a contribuição de cada variável para a probabilidade de um determinado resultado. Para a empresa ABC, isso significa compreender quais características do cliente, condições econômicas ou políticas internas têm maior peso em decisões críticas. Com essas informações, a empresa pode ajustar suas estratégias, como personalizar ofertas para segmentos específicos ou ajustar suas taxas e limites de crédito para mitigar riscos associados a fatores como endividamento ou volatilidade econômica.

Sendo assim, a regressão logística permite à empresa ABC realizar análises preditivas robustas com cenários de maior complexidade. Como a saída do modelo é uma probabilidade, ele possibilita a construção de estratégias baseadas em diferentes patamares de decisão. Por exemplo, a empresa pode usar a regressão logística para segmentar os clientes

e, a partir disso, definir abordagens distintas, como conceder crédito apenas a clientes com probabilidade de inadimplência abaixo de um determinado valor. Isso torna a regressão logística uma ferramenta poderosa para otimizar operações, reduzir perdas e maximizar a lucratividade, ao mesmo tempo que melhora a precisão das decisões estratégicas.

Além disso, com o valor obtido para odds-ratio a empresa ABC pode fazer ajustes mais precisos em sua estratégia, considerando o impacto individual de cada variável no comportamento dos consumidores e ajustando suas ofertas de produtos financeiros de forma a maximizar o retorno e minimizar os riscos associados a essas variáveis.

## 6 CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as conclusões, limitações do trabalho e próximos passos para este trabalho.

### 6.1 Conclusão do Trabalho

A análise da correlação das variáveis definidas para esse estudo, nos permitiu selecionar cinco variáveis com coeficiente de determinação maior do que 50%: FX Rate, PIB, População, Consumo das Famílias e Endividamento. Com esse resultado, já podemos perceber uma divergência em relação a literatura, visto que a taxa de juros, representada pela Selic (avg), apresentou uma correlação de 0,62, não sendo considerada suficiente para este estudo.

A análise dos resultados obtidos utilizando a regressão linear simples mostra que cada variável foi avaliada individualmente para entender seu impacto sobre os recursos financeiros e cartões de crédito. Embora essa abordagem tenha fornecido resultados valiosos, ela é limitada na identificação de interações entre as variáveis e na explicação de fenômenos mais complexos. Dada a natureza multifatorial do mercado financeiro, a empresa ABC deve optar pela aplicação de um modelo de regressão linear múltipla em relação a simples, que permite considerar simultaneamente várias variáveis independentes e suas influências combinadas. Isso traria maior capacidade preditiva e explicaria melhor as variações nas receitas, proporcionando uma visão mais holística para a tomada de decisão. A regressão logística apresenta grande complexidade para implementação e revisão das premissas para melhor assertividade do modelo, sendo assim, não atende às necessidades da empresa ABC de desenvolver um modelo assertivo com facilidade de adaptação conforme as mudanças do mercado.

A regressão linear múltipla é especialmente vantajosa porque permite avaliar como múltiplos fatores macroeconômicos e comportamentais interagem para influenciar o mercado. Por exemplo, enquanto o consumo das famílias pode ter forte correlação com o uso

de cartões de crédito, a interação entre consumo, taxa de endividamento e PIB pode revelar padrões ocultos não identificados na análise univariada. Isso ajuda a empresa ABC a planejar estratégias mais robustas, considerando o impacto combinado das variáveis.

Além disso, o modelo múltiplo ajuda a reduzir o risco de decisões baseadas interpretações equivocadas de correlações univariadas. Ele ajusta os pesos de cada variável com base em sua contribuição real para o resultado observado, proporcionando uma análise mais precisa. Para a empresa ABC, isso significa ajustes mais assertivos em limites de crédito, taxas de juros e segmentação de clientes, otimizando tanto o risco quanto o retorno.

Outro benefício da regressão linear múltipla é sua capacidade de incorporar novos dados continuamente, refinando as projeções à medida que surgem novas informações. Isso é essencial em um mercado financeiro dinâmico, onde fatores como inflação, desemprego e políticas econômicas podem alterar rapidamente o comportamento do consumidor e das empresas. Com esse modelo, a empresa ABC estará melhor preparada para se adaptar às mudanças.

Por fim, a implementação da regressão linear múltipla alinha-se à necessidade de decisões orientadas por dados, reduzindo a dependência de suposições subjetivas. Ao adotar esse modelo, a ABC não apenas aprimora suas projeções de mercado, mas também se posiciona de forma mais competitiva, utilizando a análise estatística avançada como um diferencial estratégico.

Entretanto, para a projeção da variável Cartão de Crédito - PF, a empresa ABC deveria considerar o uso do modelo de regressão logística em vez do modelo de regressão linear múltipla, uma vez que, ela é especificamente projetada para lidar com situações em que o resultado é uma probabilidade, oferecendo uma previsão mais precisa e interpretável, além de permitir que as mudanças nas variáveis de entrada possam ser diretamente associadas a um aumento ou diminuição na probabilidade de um evento específico. Dessa forma, o modelo de regressão logística atenderia melhor às necessidades da empresa ABC em relação à análise e projeção de comportamentos binários do mercado de cartões de crédito PF.

## 6.2 Limitações do Estudo

Esse estudo sobre a projeção do mercado de crédito enfrentou uma série de limitações relacionadas à disponibilidade e granularidade dos dados, que podem afetar a precisão e

a confiabilidade das análises. Uma das dificuldades mais comuns está na falta de dados com grande granularidade, visto que muitas vezes, informações importantes, como as fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a população brasileira, são disponibilizadas de forma anualizada. Isso significa que, em vez de ter acesso a dados mensais ou trimestrais que permitiriam uma análise mais detalhada e dinâmica, foi necessário assumir algumas premissas para conseguir seguir com as análises trimestrais, no caso, um crescimento linear a cada ano.

Além disso, outro desafio significativo foi a dificuldade em encontrar séries históricas longas, especialmente para determinados indicadores econômicos e financeiros, como dados sobre o mercado de crédito imobiliário, cuja documentação e acompanhamento mais detalhado começaram a ser feitos de maneira mais robusta apenas a partir do 2º trimestre de 2014. Isso gera uma lacuna de informações para análises de longo prazo e dificulta a comparação com períodos anteriores. Outro exemplo são os dados sobre o desemprego, que eram uma das variáveis independentes do estudo e apresentaram limitações temporais, com informações históricas mais consistentes apenas a partir de 2012. A ausência de séries temporais completas dificulta a identificação de padrões de longo prazo e a realização de análises comparativas, essenciais para a projeção precisa de tendências futuras.

De uma forma geral, a baixa granularidade temporal dos dados disponíveis acabou afetando o estudo, uma vez que foi possível realizar apenas com dados trimestrais e não mensais, por exemplo. Isso limitou o estudo a 52 observações (de 2011 a 2023). Isso reduz a capacidade de detectar mudanças rápidas ou eventos que possam influenciar o mercado de forma mais imediata.

## 6.3 Próximos Passos

Os próximos passos para a empresa ABC envolvem a implementação estratégica do modelo de regressão linear múltipla e logística, no caso de Cartão de Crédito PF, desenvolvido para a projeção de receita no mercado de crédito. O primeiro objetivo é aplicar esse modelo de forma prática, permitindo à empresa realizar projeções financeiras mais precisas e alinhadas com as expectativas de crescimento.

Além disso, a empresa deve realizar análises estratégicas para otimizar sua atuação no mercado a partir do modelo, o que inclui: a segmentação de clientes, delimitação do limite do estoque de crédito para o ano e o ajuste das taxas de juros de modo competitivo, garantindo que a empresa se mantenha atrativa em relação aos concorrentes, sem

comprometer sua rentabilidade.

Uma etapa essencial no processo é a validação e atualização constante do modelo, que deve ser realizada periodicamente para aprimorar sua confiabilidade e assertividade. A validação pode ser feita por meio da comparação do desempenho do modelo com dados históricos e projeções futuras, além da divisão dos dados em conjuntos de treinamento e teste para avaliar sua precisão preditiva em diferentes cenários econômicos. Além disso, para a atualização, a empresa deve monitorar constantemente novos dados econômicos e financeiros que possam impactar suas projeções, ajustando o modelo de regressão conforme necessário para refletir as mudanças nas condições de mercado.

Por fim, a empresa deve expandir o uso do modelo de regressão linear múltipla para analisar outros produtos financeiros que deseja avaliar. Replicar a abordagem bem-sucedida no mercado de crédito para outros produtos financeiros permitirá que a empresa obtenha uma visão mais abrangente de seu portfólio, identificando oportunidades de melhoria e ajustando sua estratégia de acordo com as necessidades de cada produto. Esse processo ampliará a capacidade da empresa de tomar decisões informadas e fundamentadas em dados, impulsionando a eficácia das suas estratégias de negócios e aumentando sua competitividade no mercado financeiro.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P. R. M. de. *Introdução à Estatística*. 3. ed. Natal, RN: EDUFRN - Editora da UFRN, 2016.
- CASELLA, G.; BERGER, R. L. *Statistical Inference*. 2nd. ed. Pacific Grove, CA: Duxbury Press, 2002.
- COSTAJÚNIOR, N. C. A. d.; GOULART, M. A. d. O. V. *Mercado de capitais*. Florianópolis, SC: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2011.
- FAWCETT, T. An introduction to roc analysis. *Pattern Recognition Letters*, v. 27, n. 8, p. 861–874, 2006.
- FEBRABAN. *FEBRABAN: Notícia de lançamento do portal*. São Paulo, SP: FEBRABAN, 2024. Disponível online. Acessado em: 1 nov. 2024. Disponível em: <https://portal.febraban.org.br/noticia/4189/pt-br/>.
- FRIEDMAN, J. H.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. [S.l.]: Springer, 2001.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. *Applied Logistic Regression*. 3rd. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2013.
- JAMES, G. et al. *An Introduction to Statistical Learning with applications in Python*. 1st. ed. New York: Springer, 2013.
- KHAN, M. A.; RAZA, S. A. Market size estimation: A key to successful business strategy. *International Journal of Business and Management Invention*, v. 7, n. 7, p. 1–8, 2018.
- KLEINBAUM, D. G.; KLEIN, M. *Logistic Regression: A Self-Learning Text*. 3rd. ed. New York: Springer, 2010.
- MCKINNEY, W. *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*. 2nd. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.
- MISHKIN, F. S.; SERLETIS, A. *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. 4th canadian edition. ed. Toronto, Canada: Pearson Canada, 2011.
- PACHECO, A. P. R. et al. O ciclo pdca na gestão do conhecimento: Uma abordagem sistêmica. *Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina*, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2005.
- PENG, C. Y. J.; LEE, K. L.; YANG, M. C. An introduction to logistic regression analysis and reporting. *The Journal of Educational Research*, Taylor Francis, v. 96, n. 1, p. 3–14, 2002.

PESENTE, R. *Mercados Financeiros*. Salvador, BA: UFBA, Faculdade de Ciências Contábeis; Superintendência de Educação a Distância, 2019.

RODRIGUES, S. C. A. *Modelo de regressão linear e suas aplicações*. Tese (Doutorado) — Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2012. Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior (Portugal).

SCHOBBER, P.; BOER, C.; SCHWARTE, L. A. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, Lippincott Williams & Wilkins, v. 126, n. 5, p. 1763–1768, 2018.

STRACKE, C. Process-oriented quality management. 2019. Acesso em: 20 nov. 2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Christian-Stracke-2/publication/331773694\\_Process-oriented\\_Quality\\_Management/links/5c8b936445851564fadedd56/Process-oriented-Quality-Management.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Christian-Stracke-2/publication/331773694_Process-oriented_Quality_Management/links/5c8b936445851564fadedd56/Process-oriented-Quality-Management.pdf).



APÊNDICE A – MODELAGEM TAM: RECURSOS LIVRES PF

Figura 31: Modelo Excel para recursos livres - PF

Unidade	Total Recursos Livres - PF R\$ M	Cheque Especial R\$ M	Pessoal Não Consignado R\$ M	Pessoal Consignado R\$ M	Aquisição de Bens Total R\$ M	Arrendamento Mercantil Total R\$ M	Desconto de Cheques R\$ M	Composição de Dívidas R\$ M	Outros créditos livres R\$ M	Crédito Imobiliário R\$ M
1Q11	180.045	23.084	46.659	40.563	46.522	10.301	736	6.267	5.913	0
2Q11	186.841	24.154	50.030	41.897	47.884	9.146	747	6.896	6.087	0
3Q11	193.681	25.407	53.884	42.943	48.583	8.013	800	7.448	6.603	0
4Q11	191.831	24.273	54.538	43.854	48.319	6.082	783	7.113	6.870	0
1Q12	198.239	24.611	59.163	45.131	49.192	4.675	805	7.558	7.104	0
2Q12	185.306	24.559	53.026	44.291	44.511	3.099	726	7.189	7.905	0
3Q12	180.429	21.145	53.880	43.761	42.059	2.953	700	7.302	8.629	0
4Q12	180.528	19.892	54.312	44.239	42.659	2.607	683	7.293	8.843	0
1Q13	185.795	19.550	57.311	46.229	43.266	2.120	711	7.570	9.038	0
2Q13	189.624	20.576	60.275	47.966	42.143	1.474	728	7.088	9.373	0
3Q13	207.485	21.990	71.647	50.263	44.995	1.143	712	7.350	9.385	0
4Q13	220.724	22.715	78.762	52.016	46.158	894	737	7.319	12.124	0
1Q14	236.632	25.042	86.289	54.976	50.561	958	804	7.547	10.455	0
2Q14	246.298	28.889	93.330	57.820	49.429	779	799	7.266	7.986	0
3Q14	284.726	30.966	94.917	60.674	49.316	660	786	6.997	7.809	32.600
4Q14	289.834	31.013	98.457	62.236	48.762	565	781	6.766	6.776	34.479
1Q15	308.271	33.557	102.693	66.696	51.514	463	827	8.613	7.362	36.547
2Q15	332.295	39.575	111.020	69.949	50.402	473	823	9.311	9.829	40.914
3Q15	352.753	42.622	117.644	73.083	49.417	440	778	9.760	11.741	47.268
4Q15	365.848	44.044	120.834	75.960	50.047	426	743	10.904	10.329	52.561
1Q16	370.941	44.503	119.351	80.142	50.530	414	765	11.618	10.409	53.207
2Q16	384.259	49.096	126.304	81.573	47.260	359	730	13.247	9.932	55.758
3Q16	390.062	50.157	129.306	81.928	45.165	293	714	13.334	9.739	59.425
4Q16	391.370	47.515	131.121	82.988	43.929	238	691	13.883	10.296	60.708

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 32: Modelo Excel para recursos livres - PF - continuação

Unidade	Total Recursos Livres - PF R\$ M	Cheque Especial R\$ M	Pessoal Não Consignado R\$ M	Pessoal Consignado R\$ M	Aquisição de Bens Total R\$ M	Arrendamento Mercantil Total R\$ M	Desconto de Cheques R\$ M	Composição de Dívidas R\$ M	Outros créditos livres R\$ M	Crédito Imobiliário R\$ M
1016	370.941	44.503	119.351	80.142	50.530	414	765	11.618	10.409	53.207
2016	384.259	49.096	126.304	81.573	47.260	359	730	13.247	9.932	55.758
3016	390.062	50.157	129.306	81.928	45.165	293	714	13.334	9.739	59.425
4016	391.370	47.515	131.121	82.988	43.929	238	691	13.883	10.296	60.708
1017	384.877	44.355	130.063	84.055	43.179	237	644	14.566	9.789	57.989
2017	368.277	47.192	121.857	80.818	40.698	227	587	15.131	8.786	52.982
3017	366.489	45.386	124.167	80.868	39.176	194	550	15.658	8.224	52.266
4017	349.850	42.550	117.160	79.235	39.039	181	540	15.039	8.482	47.624
1018	354.360	41.970	118.978	80.414	40.153	167	514	15.965	8.742	47.459
2018	353.380	44.003	116.519	79.815	39.952	130	497	15.835	9.682	46.946
3018	357.699	41.076	121.701	79.046	41.355	144	505	16.063	10.708	47.100
4018	360.803	39.544	122.551	79.503	42.387	141	514	16.133	12.294	47.736
1019	375.589	41.263	130.178	80.764	44.060	167	511	17.351	13.220	48.073
2019	390.021	46.152	138.591	80.610	43.776	152	495	17.895	14.024	48.326
3019	386.116	44.836	136.313	79.805	43.674	190	477	16.782	15.191	48.848
4019	362.228	41.941	118.132	77.130	44.505	248	476	16.222	17.064	46.510
1020	359.594	21.735	125.845	81.013	46.693	228	430	16.868	20.235	46.547
2020	336.486	17.864	108.264	77.497	45.243	215	294	16.651	23.771	46.687
3020	327.729	15.041	96.035	74.530	44.422	184	237	23.999	25.378	47.903
4020	344.493	13.988	105.444	77.895	47.523	150	246	23.277	26.869	49.101
1021	378.966	15.696	125.098	81.796	51.774	135	277	25.740	28.470	49.979
2021	394.790	18.589	130.490	86.024	55.341	123	286	25.098	28.304	50.535
3021	413.028	19.889	135.885	89.760	59.563	127	335	25.101	28.740	53.629
4021	477.633	20.600	162.115	100.907	74.144	147	418	27.534	30.766	61.003
1022	519.918	21.813	173.368	116.870	78.620	141	496	30.333	27.438	70.839
2022	559.333	25.266	187.069	126.696	80.846	124	546	28.932	27.755	82.099
3022	587.150	26.259	188.619	136.874	83.497	142	610	30.411	28.149	92.589
4022	606.480	26.412	191.414	151.513	85.360	116	655	27.880	28.452	94.679
1023	627.184	26.896	200.416	155.175	90.093	145	754	27.860	27.038	98.806
2023	645.950	28.963	216.258	154.004	88.269	169	759	27.946	25.815	103.768
3023	651.113	30.150	221.959	150.343	85.841	91	749	27.009	26.099	108.873
4023	648.426	25.572	228.021	148.947	86.682	114	730	26.951	27.892	103.518

Fonte: Elaborada pela autora

APÊNDICE B – MODELAGEM TAM: RECURSOS LIVRES PJ

Figura 33: Modelo Excel para recursos livres - PJ

Unidade	Total Recursos Livres - PJ		Desconto Duplicatas e Recebíveis		Desconto de Cheques		Antecipação Cartão de Crédito		Capital de Giro		Conta Garantida		Cheque Especial		Aquisição de Bens		Arrendamento Mercantil		Vendor		Comprovar		ACC		Financiamento Importações e Exportações		Repassa Externo		Outros	
	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M	RS M
1Q11	128.362	7.661	3.737	2.058	56.725	14.275	18.238	3.831	4.362	1.070	1.920	971	5.726	1.440	6.347															
2Q11	132.209	7.646	3.703	2.310	58.964	14.798	18.182	4.008	4.378	1.055	2.118	987	6.019	1.291	6.751															
3Q11	135.260	7.769	3.640	2.667	59.838	15.557	17.640	4.280	4.295	976	2.238	1.196	6.792	1.500	6.971															
4Q11	133.535	7.876	3.509	2.913	58.675	15.026	16.893	4.434	3.984	971	2.277	1.605	7.050	1.324	6.997															
1Q12	136.059	8.529	3.495	2.978	60.245	15.653	17.237	4.669	3.811	919	2.171	1.503	6.788	1.314	6.748															
2Q12	124.791	8.002	3.196	2.774	52.570	15.116	17.120	4.545	3.466	732	1.879	1.549	6.401	1.260	6.180															
3Q12	121.781	7.526	3.050	2.717	52.115	14.551	15.987	4.259	3.053	631	1.560	1.709	6.439	1.370	6.814															
4Q12	120.063	7.668	2.907	2.797	50.776	14.038	15.100	4.105	2.737	685	1.491	1.757	7.229	1.362	7.414															
1Q13	124.919	8.718	2.966	2.918	55.070	13.351	14.496	4.169	2.781	734	1.579	1.533	7.025	1.674	7.908															
2Q13	130.228	8.744	3.047	2.716	57.114	13.772	15.133	4.287	2.734	751	1.764	1.223	8.829	1.992	8.122															
3Q13	140.337	9.425	3.064	2.774	63.641	14.105	15.760	4.616	2.922	785	2.124	1.374	9.622	2.190	8.534															
4Q13	150.160	10.341	3.180	2.877	67.794	14.077	16.251	4.825	2.959	992	2.625	1.326	11.178	3.004	8.731															
1Q14	163.249	11.510	3.390	3.101	76.152	14.629	16.762	5.067	3.110	1.156	2.890	1.187	12.025	3.429	8.842															
2Q14	162.079	11.125	3.295	2.782	73.881	15.601	18.294	4.910	2.992	1.058	2.940	1.373	12.531	3.418	7.878															
3Q14	164.707	11.451	3.243	2.944	75.518	15.895	18.651	4.906	2.884	941	2.770	1.398	12.971	3.315	7.819															
4Q14	170.802	12.592	3.253	3.134	78.273	15.744	18.618	5.029	2.851	1.051	2.886	1.368	13.359	4.172	8.472															
1Q15	183.189	13.964	3.310	3.117	83.519	16.595	20.089	5.311	2.924	1.131	3.089	1.355	13.989	4.916	9.881															
2Q15	191.339	13.935	3.231	2.912	85.208	17.400	23.459	5.098	2.936	1.037	3.141	1.569	15.130	5.562	11.220															
3Q15	206.131	14.898	3.224	3.034	92.778	17.757	25.476	5.185	2.929	930	3.315	1.818	16.415	5.777	12.595															
4Q15	214.119	16.092	3.137	3.670	94.718	17.520	25.753	5.129	3.002	968	3.365	2.201	17.521	6.715	14.328															
1Q16	218.155	16.903	2.955	3.806	96.571	17.196	26.376	5.032	2.812	968	3.077	2.610	17.428	6.518	15.903															
2Q16	201.846	14.274	2.740	3.839	85.284	16.726	28.516	4.686	2.495	822	2.686	2.602	16.110	5.854	15.211															
3Q16	194.336	15.400	2.568	4.540	80.064	15.791	27.058	4.446	2.415	706	2.676	2.657	16.227	4.952	14.835															
4Q16	184.510	16.806	2.412	4.272	74.246	15.500	24.623	4.327	2.206	763	2.880	2.634	14.918	4.951	13.973															

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 34: Modelo Excel para recursos livres - PJ - continuação

Unidade	Total Recursos Livres - PJ R\$ M	Desconto Duplicatas e Recebíveis R\$ M	Desconto de Cheques R\$ M	Antecipação Cartão de Crédito R\$ M	Capital de Giro R\$ M	Conta Garantida R\$ M	Cheque Especial R\$ M	Aquisição de Bens R\$ M	Arrendamento Mercantil R\$ M	Vendor Compr. R\$ M	ACC R\$ M	Financiamento Importações e Exportações R\$ M	Repasse Externo R\$ M	Outros R\$ M
1Q16	218.155	16.903	2.955	3.806	96.571	17.196	26.376	5.032	2.812	968	3.077	17.428	6.518	15.903
2Q16	201.846	14.274	2.740	3.839	85.284	16.726	28.516	4.686	2.495	822	2.686	16.110	5.854	15.211
3Q16	194.336	15.400	2.568	4.540	80.064	15.791	27.058	4.446	2.415	706	2.676	16.227	4.952	14.835
4Q16	184.510	16.806	2.412	4.272	74.246	15.500	24.623	4.327	2.206	763	2.880	14.918	4.951	13.973
1Q17	172.976	16.815	2.169	4.310	69.635	13.594	22.819	4.252	2.096	819	2.711	13.244	5.068	13.147
2Q17	157.482	13.936	1.891	4.377	62.342	12.924	23.553	3.959	1.860	665	2.284	12.115	3.950	11.197
3Q17	145.713	12.491	1.752	4.296	57.159	11.515	22.643	3.785	1.705	499	2.131	11.429	3.980	10.259
4Q17	137.154	12.666	1.680	5.155	52.003	10.668	21.141	3.682	1.606	475	2.095	10.567	3.394	9.855
1Q18	135.209	13.565	1.663	5.830	50.100	10.580	20.548	3.748	1.521	515	2.013	9.777	3.326	9.914
2Q18	132.094	11.718	1.518	5.672	48.327	10.639	21.364	4.002	1.483	418	1.868	9.870	3.529	9.073
3Q18	138.178	12.627	1.523	5.836	50.336	10.758	21.214	4.603	1.494	323	2.135	11.451	3.917	9.303
4Q18	138.504	15.457	1.466	6.114	47.817	10.707	20.484	5.000	1.390	353	2.409	11.141	3.659	9.540
1Q19	140.344	17.521	1.448	5.594	49.210	10.296	21.654	5.454	1.411	445	2.442	8.956	3.576	9.821
2Q19	139.363	15.964	1.397	5.363	47.753	11.419	23.716	5.838	1.366	399	2.295	8.976	3.095	9.511
3Q19	136.380	16.100	1.346	4.945	46.034	11.445	22.393	6.420	1.350	278	2.306	9.008	2.986	9.168
4Q19	130.781	16.577	1.301	4.327	43.690	11.131	20.438	7.022	1.288	267	2.233	8.072	2.900	9.225
1Q20	137.392	17.245	1.276	4.053	47.427	11.540	20.847	7.773	1.311	321	2.075	8.152	2.920	9.830
2Q20	125.300	889	889	3.310	43.975	8.360	17.989	8.266	1.356	203	1.159	9.825	3.891	8.488
3Q20	111.363	10.762	649	2.680	45.525	6.577	11.828	8.222	1.365	146	817	9.747	2.660	7.950
4Q20	114.694	11.375	619	2.901	48.987	5.734	10.400	8.950	1.511	203	772	9.626	2.494	8.691
1Q21	143.254	13.653	766	3.216	65.130	6.923	12.781	10.350	1.557	262	827	10.517	3.778	11.315
2Q21	154.847	15.217	835	3.643	63.783	7.961	17.941	13.070	1.640	281	978	11.037	4.470	11.992
3Q21	179.432	18.707	976	4.463	71.534	9.182	22.553	14.984	1.899	363	1.125	12.771	4.784	13.701
4Q21	226.348	25.730	1.271	6.600	91.950	10.679	23.013	19.870	2.329	571	1.538	16.971	6.372	17.260
1Q22	255.952	31.952	1.519	9.032	101.786	12.776	25.877	22.614	2.526	628	2.044	17.874	5.635	19.307
2Q22	277.623	33.706	1.686	10.456	105.367	14.903	30.490	24.655	2.665	637	2.492	20.530	5.993	20.652
3Q22	291.518	36.398	1.794	9.789	108.445	16.495	29.974	26.600	2.932	625	2.929	22.085	6.399	22.486
4Q22	298.790	40.178	1.817	10.787	107.770	16.780	28.176	28.307	2.966	764	3.474	22.032	6.065	24.299
1Q23	310.511	41.174	1.898	13.881	111.913	16.717	29.535	29.940	3.046	719	3.894	19.999	5.500	26.303
2Q23	297.208	35.292	1.844	15.180	101.109	16.722	33.738	28.978	2.980	683	3.785	18.966	4.530	26.297
3Q23	290.381	33.582	1.738	14.378	97.569	16.583	35.220	27.941	2.941	601	3.989	17.658	4.146	27.739
4Q23	283.441	34.323	1.637	12.891	95.149	16.862	32.192	27.128	2.868	562	3.631	18.041	4.022	28.103

Fonte: Elaborada pela autora

## APÊNDICE C – MODELAGEM TAM: RECURSOS DIRECIONADOS PJ

Figura 35: Modelo Excel para recursos direcionados - PJ

	Recursos Direcionados - PJ	Rural	Financiamento Imobiliário	Financiamento Recursos BNDES	Outros Créditos Direcionados
Unidade	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
1Q11	42.017	3.698	2.953	32.167	3.199
2Q11	45.568	3.797	3.135	35.161	3.475
3Q11	46.374	3.617	3.333	36.003	3.422
4Q11	47.607	3.988	3.495	36.741	3.382
1Q12	53.348	4.349	3.639	41.783	3.577
2Q12	51.053	3.980	3.756	39.967	3.350
3Q12	44.822	3.576	3.952	34.176	3.117
4Q12	42.726	4.063	4.220	31.302	3.142
1Q13	45.102	4.531	4.414	32.402	3.755
2Q13	44.735	5.058	4.588	31.052	4.037
3Q13	47.332	5.665	5.127	32.405	4.135
4Q13	50.649	6.594	5.789	33.996	4.270
1Q14	55.190	7.394	5.814	37.378	4.603
2Q14	58.490	7.569	6.403	39.647	4.871
3Q14	60.131	8.182	6.851	39.970	5.128
4Q14	60.708	7.211	6.986	41.212	5.299
1Q15	71.518	8.469	7.211	49.514	6.324
2Q15	77.852	8.761	7.968	53.942	7.181
3Q15	85.804	10.667	8.674	58.271	8.192
4Q15	89.939	11.096	8.841	61.037	8.965

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 36: Modelo Excel para recursos direcionados - PJ - continuação

	Recursos Direcionados - PJ	Rural	Financiamento Imobiliário	Financiamento Recursos BNDES	Outros Créditos Direcionados
Unidade	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
1Q15	71.518	8.469	7.211	49.514	6.324
2Q15	77.852	8.761	7.968	53.942	7.181
3Q15	85.804	10.667	8.674	58.271	8.192
4Q15	89.939	11.096	8.841	61.037	8.965
1Q16	104.059	11.774	8.941	72.746	10.597
2Q16	99.673	11.384	8.953	68.933	10.403
3Q16	104.124	11.068	9.212	72.531	11.313
4Q16	93.691	11.106	9.075	62.907	10.603
1Q17	94.392	9.955	8.094	65.272	11.070
2Q17	88.747	8.603	7.671	61.867	10.606
3Q17	87.075	7.421	6.952	61.903	10.798
4Q17	83.784	6.328	6.459	60.296	10.701
1Q18	82.887	6.470	6.289	59.461	10.668
2Q18	64.108	6.529	5.460	43.611	8.508
3Q18	62.317	6.745	5.111	42.036	8.425
4Q18	60.288	6.359	4.714	40.792	8.422
1Q19	64.309	5.922	4.536	44.678	9.173
2Q19	57.891	5.134	4.107	40.226	8.424
3Q19	49.883	4.043	3.568	34.889	7.384
4Q19	45.403	3.574	3.273	31.577	6.980
1Q20	48.068	3.546	2.817	33.998	7.707
2Q20	40.611	3.500	2.613	27.800	6.698
3Q20	44.097	2.742	2.510	28.950	9.896
4Q20	59.415	2.603	2.131	36.975	17.705
1Q21	61.908	2.903	1.883	37.028	20.094
2Q21	57.380	3.112	1.842	33.619	18.807
3Q21	68.056	3.567	2.010	39.775	22.704
4Q21	80.146	5.058	2.532	45.761	26.796
1Q22	77.607	6.546	2.929	42.908	25.225
2Q22	91.487	7.720	3.333	52.060	28.374
3Q22	81.874	8.522	3.829	43.861	25.661
4Q22	81.262	8.802	3.925	42.189	26.347
1Q23	98.898	8.587	4.175	54.063	32.073
2Q23	96.308	7.442	4.491	52.584	31.791
3Q23	81.089	7.550	4.839	41.821	26.879
4Q23	89.467	9.295	4.942	45.774	29.456

Fonte: Elaborada pela autora

## APÊNDICE D – MODELAGEM TAM: CARTÃO DE CRÉDITO PF

Figura 37: Modelo Excel para cartão de crédito - PF

Unidade	Total Cartão de Crédito - PF	Interchange	Spread Cambial	Anuidade	Cartão de Crédito
	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
1Q11	49.365	1.258	113	7.804	40.190
2Q11	48.837	1.366	106	7.714	39.651
3Q11	46.383	1.422	121	8.452	36.387
4Q11	47.409	1.480	120	8.722	37.087
1Q12	47.586	1.441	125	8.406	37.615
2Q12	51.175	1.528	131	7.846	41.670
3Q12	48.992	1.561	135	7.320	39.976
4Q12	46.144	1.822	145	7.827	36.350
1Q13	45.238	1.760	140	7.635	35.703
2Q13	47.112	1.954	148	8.051	36.959
3Q13	49.068	2.088	148	8.617	38.215
4Q13	51.391	2.355	157	8.481	40.398
1Q14	53.648	2.151	160	8.783	42.554
2Q14	56.237	2.239	159	8.919	44.919
3Q14	57.945	2.383	167	8.902	46.492
4Q14	58.474	2.575	180	9.296	46.423
1Q15	64.361	2.385	177	12.105	49.694
2Q15	70.316	2.466	156	12.237	55.457

Fonte: Elaborada pela autora



Figura 38: Modelo Excel para cartão de crédito - PF - continuação

Unidade	Total Cartão de Crédito - PF	Interchange	Spread Cambial	Anuidade	Cartão de Crédito
	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
3Q15	77.320	2.543	161	12.221	62.394
4Q15	78.654	2.911	141	12.584	63.018
1Q16	85.401	2.555	138	11.698	71.010
2Q16	90.064	2.627	134	11.945	75.358
3Q16	96.992	2.585	140	11.232	83.035
4Q16	97.655	2.893	154	11.914	82.694
1Q17	98.855	2.701	154	12.822	83.178
2Q17	84.167	2.780	166	12.869	68.352
3Q17	86.001	2.942	184	12.912	69.963
4Q17	80.382	3.161	185	12.960	64.075
1Q18	79.521	2.956	194	13.289	63.082
2Q18	78.291	2.992	186	13.404	61.708
3Q18	77.177	3.159	189	15.460	58.369
4Q18	79.566	3.754	194	16.314	59.305
1Q19	84.949	3.552	218	15.998	65.181
2Q19	92.374	3.815	219	16.625	71.715
3Q19	97.881	3.931	238	16.174	77.539
4Q19	99.865	4.407	229	16.202	79.027
1Q20	112.447	4.047	218	20.605	87.578
2Q20	97.605	3.219	60	21.703	72.623
3Q20	96.205	4.049	87	22.647	69.422
4Q20	99.317	4.779	97	23.048	71.394
1Q21	108.300	4.412	93	24.117	79.678
2Q21	116.971	4.937	101	26.142	85.791
3Q21	122.991	5.791	134	26.805	90.262
4Q21	133.142	6.811	182	25.125	101.024
1Q22	150.538	6.441	209	28.600	115.288
2Q22	174.280	7.167	254	33.320	133.539
3Q22	197.883	7.467	286	35.518	154.612
4Q22	207.897	8.041	280	33.356	166.220
1Q23	232.216	7.670	298	36.120	188.128
2Q23	237.908	8.159	305	33.517	195.927
3Q23	243.534	8.405	325	36.605	198.200
4Q23	228.183	9.316	314	37.334	181.218

Fonte: Elaborada pela autora



## APÊNDICE E – MODELAGEM TAM: CARTÃO DE CRÉDITO PJ

Figura 39: Modelo Excel para cartão de crédito - PJ

	Total Cartão de Crédito - PJ	Interchange	Spread Cambial	Anuidade	Cartão de Crédito
Unidade	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
1Q11	1.219	103	17	198	901
2Q11	1.298	125	18	250	905
3Q11	1.353	139	22	254	938
4Q11	1.324	144	21	292	868
1Q12	1.303	132	20	302	849
2Q12	1.307	152	22	309	823
3Q12	1.323	156	23	318	827
4Q12	1.393	170	23	355	845
1Q13	1.297	167	21	305	803
2Q13	1.441	196	24	378	842
3Q13	1.670	201	25	437	1.007
4Q13	1.682	224	25	467	966
1Q14	1.848	209	25	476	1.138
2Q14	2.042	227	26	511	1.278
3Q14	1.993	240	28	526	1.200
4Q14	2.039	259	30	538	1.212
1Q15	2.093	218	26	576	1.273
2Q15	2.250	243	25	595	1.388
3Q15	2.378	249	25	571	1.533
4Q15	2.288	261	20	365	1.642

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 40: Modelo Excel para cartão de crédito - PJ - continuação

Unidade	Total Cartão de Crédito - PJ	Interchange	Spread Cambial	Anuidade	Cartão de Crédito
	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M	R\$ M
1Q16	2.524	216	18	542	1.747
2Q16	2.621	226	18	545	1.833
3Q16	2.613	220	19	572	1.802
4Q16	2.561	227	19	614	1.702
1Q17	2.503	209	18	652	1.624
2Q17	3.059	221	21	678	2.140
3Q17	3.297	244	23	755	2.274
4Q17	4.197	256	23	818	3.099
1Q18	3.614	222	24	867	2.502
2Q18	3.210	239	24	891	2.057
3Q18	3.192	243	24	943	1.982
4Q18	3.331	284	25	1.004	2.019
1Q19	3.196	278	27	1.107	1.784
2Q19	3.540	315	29	1.122	2.075
3Q19	3.301	303	30	1.190	1.778
4Q19	4.149	338	28	1.307	2.476
1Q20	3.921	240	15	501	3.165
2Q20	2.898	185	4	507	2.203
3Q20	2.239	234	6	508	1.491
4Q20	2.354	290	7	489	1.568
1Q21	2.516	278	7	499	1.733
2Q21	2.827	313	7	543	1.963
3Q21	3.235	377	10	570	2.277
4Q21	4.020	442	13	614	2.951
1Q22	4.779	444	16	660	3.659
2Q22	5.840	529	21	682	4.609
3Q22	6.929	571	24	618	5.716
4Q22	7.390	598	23	592	6.178
1Q23	8.907	593	25	579	7.711
2Q23	7.572	637	27	672	6.236
3Q23	10.083	695	30	743	8.615
4Q23	9.206	755	28	800	7.622

Fonte: Elaborada pela autora

APÊNDICE F – VARIÁVEIS SELECIONADAS

Figura 41: Variáveis do Estudo

Trimestre	SELIC (avg)	IPCA	INPC (avg)	FX Rate (avg)	PIB Brasil	Valor nominal	População Brasil	Consumo das famílias	Endividamento	Desemprego
1Q11	11,0%	2%	2%	1,65	1.016,53		195	623.585	35%	n.a.
2Q11	11,7%	1%	2%	1,59	1.086,71		196	648.649	35%	n.a.
3Q11	12,1%	1%	1%	1,71	1.112,33		196	668.612	36%	n.a.
4Q11	11,7%	1%	1%	1,86	1.160,81		197	696.968	37%	n.a.
1Q12	10,6%	1%	1%	1,85	1.129,47		197	694.701	37%	0,08
2Q12	9,3%	1%	1%	1,92	1.183,13		197	718.126	37%	0,08
3Q12	8,1%	1%	1%	2,03	1.230,45		198	753.551	37%	0,07
4Q12	7,4%	2%	2%	2,04	1.271,71		198	790.457	38%	0,07
1Q13	7,1%	2%	2%	2,03	1.241,61		199	777.713	38%	0,08
2Q13	7,4%	1%	2%	2,11	1.322,58		199	805.985	38%	0,08
3Q13	8,2%	1%	1%	2,22	1.354,13		200	833.145	38%	0,07
4Q13	9,2%	2%	1%	2,29	1.413,29		200	873.580	38%	0,06
1Q14	10,1%	2%	2%	2,30	1.385,98		200	873.828	38%	0,07
2Q14	10,7%	2%	2%	2,23	1.422,32		201	888.391	39%	0,07
3Q14	10,9%	1%	1%	2,33	1.462,13		201	912.055	39%	0,07
4Q14	11,2%	2%	1%	2,55	1.508,53		202	964.130	39%	0,07
1Q15	11,9%	4%	3%	2,93	1.456,66		202	936.567	40%	0,08
2Q15	12,9%	2%	3%	3,15	1.479,97		203	938.595	40%	0,08
3Q15	13,8%	1%	2%	3,54	1.508,23		203	959.600	41%	0,09
4Q15	14,2%	3%	2%	3,94	1.550,93		203	1.000.430	40%	0,09
1Q16	14,2%	3%	3%	3,73	1.500,30		204	974.593	40%	0,11
2Q16	14,2%	2%	3%	3,38	1.559,05		204	986.780	39%	0,11
3Q16	14,2%	1%	2%	3,23	1.577,17		205	1.016.029	39%	0,12
4Q16	14,0%	1%	1%	3,25	1.632,81		205	1.050.734	38%	0,12

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 42: Variáveis Seleccionadas para o Estudo - continuação

Trimestre	SELIC (avg)	IPCA	INPC (avg)	FX Rate (avg)	PIB Brasil - Valor nominal	População Brasil	Consumo das famílias	Endividamento	Desemprego
1Q16	14,2%	3%	3%	3,73	1.500,30	204	974.593	40%	0,11
2Q16	14,2%	2%	3%	3,38	1.559,05	204	986.780	39%	0,11
3Q16	14,2%	1%	2%	3,23	1.577,17	205	1.016.029	39%	0,12
4Q16	14,0%	1%	1%	3,25	1.632,81	205	1.050.734	38%	0,12
1Q17	13,2%	1%	1%	3,21	1.585,67	206	1.017.563	38%	0,14
2Q17	11,6%	0%	1%	3,24	1.630,73	206	1.035.708	37%	0,13
3Q17	9,7%	1%	0%	3,24	1.648,64	206	1.070.402	37%	0,13
4Q17	7,9%	1%	0%	3,24	1.720,44	207	1.123.586	37%	0,12
1Q18	6,8%	1%	1%	3,32	1.682,08	207	1.088.772	37%	0,13
2Q18	6,5%	2%	1%	3,59	1.734,10	208	1.099.647	38%	0,13
3Q18	6,4%	1%	1%	3,93	1.767,86	208	1.143.238	38%	0,12
4Q18	6,4%	0%	0%	3,94	1.820,10	208	1.194.145	39%	0,12
1Q19	6,4%	2%	1%	3,89	1.757,55	209	1.155.353	40%	0,13
2Q19	6,4%	1%	1%	3,86	1.826,76	209	1.172.601	41%	0,12
3Q19	6,0%	0%	0%	4,00	1.880,61	210	1.216.014	41%	0,12
4Q19	5,2%	2%	1%	4,10	1.924,21	210	1.269.611	41%	0,11
1Q20	4,3%	1%	1%	4,61	1.888,10	211	1.211.460	42%	0,12
2Q20	3,2%	0%	0%	5,34	1.752,72	211	1.066.604	39%	0,14
3Q20	2,2%	1%	1%	5,56	1.929,32	211	1.200.311	40%	0,15
4Q20	1,9%	3%	3%	5,42	2.059,46	212	1.326.629	42%	0,14
1Q21	2,1%	2%	3%	5,45	2.156,67	212	1.287.344	42%	0,15
2Q21	3,0%	2%	2%	5,35	2.203,64	213	1.306.327	45%	0,14
3Q21	4,7%	3%	3%	5,22	2.295,85	213	1.413.002	47%	0,13
4Q21	7,0%	3%	3%	5,51	2.355,98	213	1.523.898	49%	0,11
1Q22	9,8%	3%	3%	5,16	2.319,53	214	1.475.027	50%	0,11
2Q22	12,0%	2%	3%	4,99	2.517,48	214	1.563.936	50%	0,09
3Q22	13,3%	-1%	0%	5,32	2.601,18	214	1.626.419	49%	0,09
4Q22	13,7%	2%	0%	5,31	2.641,49	215	1.691.277	49%	0,08
1Q23	13,7%	2%	2%	5,15	2.582,71	215	1.631.330	49%	0,09
2Q23	13,7%	1%	1%	4,95	2.701,11	216	1.686.036	48%	0,08
3Q23	13,3%	1%	1%	4,91	2.740,96	216	1.748.885	48%	0,08
4Q23	12,4%	1%	0%	4,92	2.831,34	216	1.808.771	48%	0,07

Fonte: Elaborada pela autora

# APÊNDICE G – VARIÁVEIS PROJETADAS

Figura 43: Variáveis Seleccionadas Projetadas

	FX Rate (EoP)	PIB Brasil - Valor nominal	População Brasil	Consumo das famílias	Endividamento
1Q24	4,86	2.707	217	1.726.365	0,48
2Q24	4,89	2.766	217	1.746.275	0,48
3Q24	4,91	2.825	217	1.772.464	0,48
4Q24	4,93	2.884	218	1.806.536	0,49
1Q25	4,95	2.864	218	1.823.074	0,49
2Q25	4,96	2.921	218	1.843.217	0,49
3Q25	4,98	2.978	219	1.869.712	0,49
4Q25	5,00	3.035	219	1.904.182	0,50
1Q26	5,01	3.028	219	1.924.885	0,50
2Q26	5,02	3.084	220	1.945.296	0,50
3Q26	5,03	3.140	220	1.972.143	0,50
4Q26	5,04	3.196	220	2.007.072	0,51

Fonte: Elaborada pela autora

## APÊNDICE H – CÓDIGO JUPYTER NOTEBOOK

```
1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3 import seaborn as sns
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from sklearn.model_selection import train_test_split
6 from sklearn.linear_model import LinearRegression
7 from sklearn.linear_model import LogisticRegression
8 from sklearn.metrics import confusion_matrix, accuracy_score,
   classification_report
9 from scipy import stats
10 from sklearn.metrics import mean_absolute_error,
   mean_squared_error, r2_score
11 from sklearn.metrics import accuracy_score, confusion_matrix,
   classification_report, roc_curve, roc_auc_score
12 from imblearn.over_sampling import SMOTE
13
14 # Lendo o arquivo
15 df = pd.read_excel('Modelo TAM TCC v5_trimestral.xlsx', header=5,
   sheet_name='Anaconda_final')
16
17 # Calculando a correlacao
18
19 correlacao = df.corr()
20 plt.figure(figsize=(10, 8))
21 sns.heatmap(correlacao, annot=True, fmt=".2f", cmap='coolwarm',
   square=True)
22 plt.title('Matriz de Correlacao')
23 plt.show()
```

```

24
25 #Calculando a regressao linear simples - exemplo: Recursos Livres
    - PF vs. FX Rate (avg)
26
27 X = df[['FX Rate (avg)']]
28 y = df['Recursos Livres - PF']
29 modelo = LinearRegression()
30 modelo.fit(X, y)
31 y_pred = modelo.predict(X)
32 residuos = y - y_pred
33 stderr = np.sqrt(np.sum(residuos**2) / (len(y) - 2))
34 n = len(y)
35 t_value = stats.t.ppf(0.975, df=n-2)
36 margin_of_error = t_value * (stderr / np.sqrt(n))
37 r2 = r2_score(y, y_pred)
38 mae = mean_absolute_error(y, y_pred)
39 mse = mean_squared_error(y, y_pred)
40 rmse = np.sqrt(mse)
41 x_range = np.linspace(X.min(), X.max(), 100).reshape(-1, 1)
42 y_range = modelo.predict(x_range)
43 # Exibindo os resultados
44 plt.scatter(X, y, color='blue', label='Dados Reais')
45 plt.plot(x_range, y_range, color='red', linewidth=2, label='Linha
    de Regressao')
46 plt.fill_between(x_range.flatten(),
47                  y_range - margin_of_error,
48                  y_range + margin_of_error,
49                  color='gray', alpha=0.5, label='Margem de Erro
    (95%)')
50 plt.title('Regressao Linear Simples')
51 plt.xlabel('FX Rate (avg)')
52 plt.ylabel('Recursos Livres - PF')
53 plt.grid()
54 plt.legend()
55 plt.show()
56 print(f'Coeficiente angular: {modelo.coef_[0]}')
57 print(f'Intercepto: {modelo.intercept_}')
58

```

```

59 # Calculando a regressao linear multipla - exemplo: Recursos
    Livres - PF
60
61 df_recursos_livres_pf = df[['Recursos Livres - PF', 'FX Rate (avg
    )', 'PIB Brasil - Valor nominal', 'Populacao Brasil', 'Consumo
    das familias', 'Endividamento']]
62 X = df_recursos_livres_pf[['FX Rate (avg)', 'PIB Brasil - Valor
    nominal', 'Populacao Brasil', 'Consumo das familias', '
    Endividamento']]
63 y = df_recursos_livres_pf['Recursos Livres - PF']
64 modelo = LinearRegression()
65 modelo.fit(X, y)
66 y_pred = modelo.predict(X)
67 residuos = y - y_pred
68 stderr = np.sqrt(np.sum(residuos**2) / (len(y) - 2))
69 n = len(y)
70 t_value = stats.t.ppf(0.975, df=n-2)
71 margin_of_error = t_value * (stderr / np.sqrt(n))
72 r2 = r2_score(y, y_pred)
73 mae = mean_absolute_error(y, y_pred)
74 mse = mean_squared_error(y, y_pred)
75 rmse = np.sqrt(mse)
76 coeficientes = modelo.coef_
77 intercepto = modelo.intercept_
78 # Exibindo os resultados
79 equacao = f'Recursos Livres - PF = {intercepto:.2f} + {
    coeficientes[0]:.2f} * FX Rate (avg) + {coeficientes[1]:.2f} *
    PIB Brasil - Valor nominal + {coeficientes[2]:.2f} * Populacao
    Brasil + {coeficientes[3]:.2f} * Consumo das familias + {
    coeficientes[4]:.2f} * Endividamento'
80 print("\nEquacao da Regressao Linear Multipla:")
81 print(equacao)
82
83 # Calculando valores futuros para projecao
84 futuro_rl_pf = pd.DataFrame({
85     'FX Rate (avg)': [4.86, 4.89, 4.91, 4.93, 4.95, 4.96, 4.98,
        5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04],

```



```

86     'PIB Brasil - Valor nominal': [2707.2, 2766.0, 2824.8,
      2883.7, 2863.6, 2920.8, 2978.1, 3035.3, 3027.6, 3083.7,
      3139.7, 3195.7],
87     'Populacao Brasil': [216.6, 217.0, 217.3, 217.7, 218.0,
      218.4, 218.7, 219.0, 219.4, 219.7, 220.0, 220.3],
88     'Consumo das familias': [1726365, 1746275, 1772464, 1806536,
      1823074, 1843217, 1869712, 1904182, 1924885, 1945296,
      1972143, 2007072],
89     'Endividamento': [0.479, 0.482, 0.484, 0.486, 0.489, 0.491,
      0.493, 0.496, 0.498, 0.500, 0.503, 0.505]
90 })
91 historico_trimestres = df['Trimestre']
92 historico_valores = df['Recursos Livres - PF']
93 projecoes = intercepto + np.dot(futuro_rl_pf, coeficientes)
94 futuro_trimestres = ['1Q24', '2Q24', '3Q24', '4Q24', '1Q25', '2
      Q25', '3Q25', '4Q25', '1Q26', '2Q26', '3Q26', '4Q26']
95 trimestres_completos = list(historico_trimestres) +
      futuro_trimestres
96 valores_completos = list(historico_valores) + list(projecoes)
97 # Exibindo os resultados
98 plt.figure(figsize=(12, 6))
99 plt.plot(historico_trimestres, historico_valores, label='
      Historico', color='blue', marker='o')
100 plt.plot(futuro_trimestres, projecoes, label='Projecao', color='
      orange', marker='x')
101 plt.xlabel('Trimestre')
102 plt.ylabel('Recursos Livres - PF')
103 plt.title('Serie Historica e Projecao de Recursos Livres - PF')
104 plt.xticks(rotation=45)
105 plt.legend()
106 plt.show()
107
108 # Calculando a regressao logistica - exemplo: Recursos Livres -
      PF
109
110 df['Crescimento_RL_PF'] = (df['Recursos Livres - PF'].diff() > 0)
      .astype(int)

```

```

111 X = df[['FX Rate (avg)', 'PIB Brasil - Valor nominal', 'Populacao
      Brasil', 'Consumo das familias', 'Endividamento']]
112 y = df['Crescimento_RL_PF']
113 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
      test_size=0.3, random_state=42)
114 smote = SMOTE(random_state=42)
115 X_train_balanced, y_train_balanced = smote.fit_resample(X_train,
      y_train)
116 modelo_logistico = LogisticRegression()
117 modelo_logistico.fit(X_train_balanced, y_train_balanced)
118 y_pred = modelo_logistico.predict(X_test)
119 y_prob = modelo_logistico.predict_proba(X_test)[:, 1]
120 fpr, tpr, _ = roc_curve(y_test, y_prob)
121 auc_score = roc_auc_score(y_test, y_prob)
122 print(auc_score)
123
124 # Calculando valores futuros para projecao
125
126 futuro_rl_pf = pd.DataFrame({
127     'FX Rate (avg)': [4.86, 4.89, 4.91, 4.93, 4.95, 4.96, 4.98,
128         5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04],
129     'PIB Brasil - Valor nominal': [2707.2, 2766.0, 2824.8,
130         2883.7, 2863.6, 2920.8, 2978.1, 3035.3, 3027.6, 3083.7,
131         3139.7, 3195.7],
132     'Populacao Brasil': [216.6, 217.0, 217.3, 217.7, 218.0,
133         218.4, 218.7, 219.0, 219.4, 219.7, 220.0, 220.3],
134     'Consumo das familias': [1726365, 1746275, 1772464, 1806536,
135         1823074, 1843217, 1869712, 1904182, 1924885, 1945296,
136         1972143, 2007072],
137     'Endividamento': [0.479, 0.482, 0.484, 0.486, 0.489, 0.491,
138         0.493, 0.496, 0.498, 0.500, 0.503, 0.505]
139 })
140 probabilidade_crescimento = modelo_logistico.predict_proba(
141     futuro_rl_pf)[:, 1]
142 ultimo_valor_recursos = df['Recursos Livres - PF'].iloc[-1]
143 recursos_futuros = []
144 for probabilidade in probabilidade_crescimento:
145     crescimento_estimado = ultimo_valor_recursos * probabilidade

```

```

138     proximo_valor_recursos = ultimo_valor_recursos +
        crescimento_estimado
139     recursos_futuros.append(proximo_valor_recursos)
140     ultimo_valor_recursos = proximo_valor_recursos
141 from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
142 modelo_arima = ARIMA(df['Recursos Livres - PF'], order=(52, 1, 1)
    )
143 modelo_arima_fitted = modelo_arima.fit()
144 forecast = modelo_arima_fitted.forecast(steps=12)
145 trimestres_historicos = df['Trimestre']
146 forecast_values = forecast
147 trimestres_futuros = ['1Q24', '2Q24', '3Q24', '4Q24', '1Q25', '2
    Q25', '3Q25', '4Q25', '1Q26', '2Q26', '3Q26', '4Q26']
148 trimestres_completos = list(trimestres_historicos) +
    trimestres_futuros
149 valores_completos = list(df['Recursos Livres - PF']) + list(
    forecast_values)
150 # Exibindo os resultados
151 plt.figure(figsize=(10, 6))
152 plt.plot(trimestres_historicos, df['Recursos Livres - PF'], label
    ='Serie Historica', color='blue', marker='o')
153 plt.plot(trimestres_futuros, forecast_values, label='Previsoes',
    color='orange', marker='x')
154 plt.xticks(rotation=45)
155 plt.xlabel('Trimestre')
156 plt.ylabel('Recursos Livres - PF')
157 plt.title('Serie Historica e Previsoes de Recursos Livres - PF')
158 plt.legend()
159 plt.tight_layout()
160 plt.show()

```

Listing H.1: Código Python para cálculo e exibição das projeções