



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE ECONOMIA PROFISSIONAL

JOSÉ LUCAS CARVALHO SILVA

AVALIAÇÃO DA INADIMPLÊNCIA DO IPTU NA CIDADE DE FORTALEZA

FORTALEZA

2025

JOSÉ LUCAS CARVALHO SILVA

AVALIAÇÃO DA INADIMPLÊNCIA DO IPTU NA CIDADE DE FORTALEZA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S584[Silva, [object ArrayBuffer].
[object ArrayBuffer] / [object ArrayBuffer] Silva. – 2025.
51 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, , Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi.

1. IPTU. 2. [object ArrayBuffer]. 3. [object ArrayBuffer]. 4. [object ArrayBuffer]. I. Título.
CDD

JOSÉ LUCAS CARVALHO SILVA

AVALIAÇÃO DA INADIMPLÊNCIA DO IPTU NA CIDADE DE FORTALEZA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público

Aprovada em: 19/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi
(Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jaime de Jesus Filho
Secretaria da Fazenda do Ceará

Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Secretaria Municipal de Finanças de Fortaleza, pelo apoio financeiro com parte do financiamento do Programa de Mestrado Profissional

Ao Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi, pela excelente orientação, disponibilidade de tempo e todo cuidado e paciência para me conduzir durante todo o estudo aplicado.

Aos professores participantes da banca examinadora Jaime de Jesus Filho e Paulo de Melo Jorge Neto pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e momento de descontração, tornando o período letivo mais leve e extremamente prazeroso.

A minha família pela paciência, pois de fato tive que abdicar de momentos em família para ir as aulas e desenvolver minha dissertação, o que por vezes sobrecarregou minha esposa nas atividades diárias e tomou tempo de brincadeiras divertidas com minha filha Lissa, mas foi necessário para melhoria e desenvolvimento da minha carreira profissional. Amo demais vocês.

Agradecimento especial ao amigo Paulo Mourão, sem sua ajuda jamais teria conseguido chegar ao fim desse trabalho, tive diversos desafios na coleta e análise dos dados e no desenvolvimento do modelo e sem seu apoio técnico e experiente não teria conseguido obter o título de mestre em Economia, meus mais sinceros agradecimentos.

E por fim e bastante importante, a Deus que sempre esteve comigo em todos os desafios que escolhi enfrentar na minha jornada, obrigado por tudo.

"Sem dados, você é apenas mais uma pessoa com uma opinião." (Edwards Deming, ano desconhecido).

RESUMO

O presente trabalho tem como propósito a previsão da inadimplência do Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbano no Município de Fortaleza - IPTU. A metodologia utilizada foi um modelo econométrico de regressão logística de variável binária, estimado a partir de informações cadastrais dos contribuintes e imóveis de Fortaleza referentes aos exercícios de 2022 a 2024. Os resultados obtidos através desse estudo indicam que variáveis como histórico do contribuinte, tipo de pessoa, gênero do imóvel, pagamento em cota única e nível de renda estão intrinsecamente relacionados a probabilidade de inadimplência do IPTU. O modelo apresentou bom desempenho preditivo, com área sob a curva ROC de 83% e especificidade do modelo acima de 80%, comprovando adequada capacidade de previsão entre contribuintes adimplentes e inadimplentes. Esses achados demonstram que é possível a utilização de modelos de rating para orientação das políticas de cobrança dos fiscos municipais de forma mais direcionada, contribuindo para reduzir inadimplência e fortalecer a autonomia financeira do Município frente a Reformulação do Sistema Tributário Nacional.

Palavras-chave: IPTU; inadimplência; regressão logística; gestão tributária.

ABSTRACT

This study aims to predict delinquency in the Urban Property Tax (IPTU) in the Municipality of Fortaleza. The methodology employed was an econometric binary logistic regression model, estimated using cadastral information from taxpayers and properties in Fortaleza for the fiscal years 2022 to 2024. The results indicate that variables such as taxpayer history, type of person, property category, single-installment payment, and income level are intrinsically related to the probability of IPTU delinquency. The model demonstrated strong predictive performance, with an area under the ROC curve of 83% and model specificity above 80%, confirming its ability to distinguish between compliant and delinquent taxpayers. These findings show that it is feasible to use rating models to guide municipal tax collection policies in a more targeted manner, helping to reduce delinquency and strengthen the Municipality's financial autonomy in the context of the reform of the National Tax System.

Keywords: Urban Property Tax (IPTU); delinquency; logistic regression; tax management.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Inadimplência considerando valor pago x valor lançado por exercício	31
Gráfico 2 – Inadimplência considerando a data do vencimento por exercício	31
Gráfico 3 – Análise da distribuição das variáveis binárias	33
Gráfico 4 – Box-plot das variáveis numéricas	35
Gráfico 5 – Matriz de Correlação entre as variáveis explicativas	37
Gráfico 6 – Matriz de Correlação após exclusão das variáveis	38
Gráfico 7 – Curva ROC e Matriz de Confusão do modelo 1	42
Gráfico 8 – Curva ROC e Matriz de Confusão do modelo 2	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Importância do IPTU na arrecadação municipal	21
Tabela 2 – Definição dos elementos da Matriz de Incidência de um Tributo.....	22
Tabela 3 – Variáveis Explicativas do Modelo	31
Tabela 4 – Distribuição das variáveis binárias	32
Tabela 5 – Medidas de posição e dispersão variáveis numéricas	34
Tabela 6 – Estimativas do Modelo sem considerar as Regionais	40
Tabela 7 – Estimativas do Modelo considerando as Regionais	42
Tabela 8 – Estimativas comparativas de 2022, 2023 e 2024	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAT – Conselho Administrativo-Tributário

CTM – Código Tributário Municipal

FMI – Fundo Monetário Internacional

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

GRPFOR – Gestão de Recursos e Planejamento de Fortaleza

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCA-E – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial (Implícito, mas usado em "valores corrigidos pelo IPCA-E")

IPE – Índice de Preços no Consumidor (Provável interpretação para IPEA)

IPTU – Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana

ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza

ITBI – Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis

LRF – Lei de Responsabilidade Fiscal

MQO – Mínimos Quadrados Ordinários

MV – Máxima Verossimilhança

NBR – Norma Brasileira Regulamentar (Implícito, usado em ABNT NBR) OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

PEP – Programa de Economia Profissional

PIB – Produto Interno Bruto

PJ – Pessoa Jurídica

PNI – (Não definida explicitamente, mas usada no contexto de "id do PNI puro")

RMIT – Regra Matriz de Incidência Tributária

SEFIN – Secretaria Municipal de Finanças

UFC – Universidade Federal do Ceará UECE – Universidade Estadual do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

Z – Logit (na regressão logística)

a – Constante (na regressão logística)

β_j – Parâmetros estimados de cada variável explicativa (na regressão logística)

X – Variáveis explicativas (na regressão logística)

i – Representa cada observação da amostra (na regressão logística)

n – Tamanho da amostra (na regressão logística)

P – Probabilidade de ocorrência de determinado evento (na regressão logística)

e – Base dos logaritmos naturais (na regressão logística)

b – Coeficientes (na regressão logística)

χ^2 – Teste Qui-quadrado

R\$ – Real (moeda brasileira)

PIB – Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
3. IMPOSTO SOBRE A PROPRIEDADE TERRITORIAL URBANA.....	21
3.1. Contextualização	21
3.2 Matriz do IPTU	22
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS	25
4.1. Base de dados	25
4.2. Metodologia econométrica	25
5. RESULTADOS.....	29
5.1. Variável dependente: inadimplência do IPTU	29
5.2. Variáveis explicativas: Descrição, Efeito Esperado e Tratamento.....	29
5.2.1. Descrição e Efeito Esperado	29
5.2.2. Tratamento das variáveis.....	31
5.3. Análise exploratória das variáveis explicativas	31
5.4. Estatísticas do modelo	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICO	50

1. INTRODUÇÃO

A busca incessante pelo aumento da eficiência na arrecadação municipal tem se revelado um dos maiores desafios enfrentados pelos gestores públicos contemporâneos. Em escala global, observa-se que as cidades vêm sendo cada vez mais impulsionadas por um dinamismo econômico crescente, tornando-se polos de concentração populacional e empresarial. Essa realidade está diretamente associada à lógica de aglomeração, que reduz custos de produção, amplia as economias de escala e aumenta a produtividade geral da economia urbana. Nesse sentido, o sucesso de uma cidade está intrinsecamente vinculado à sua capacidade de prover infraestrutura adequada, serviços públicos de qualidade e um ambiente propício tanto ao desenvolvimento dos negócios quanto ao bem-estar da população trabalhadora (Rao e Bird, 2011).

Todavia, essa perspectiva otimista esbarra em uma realidade desafiadora, sobretudo nos países em desenvolvimento. O crescimento acelerado e, muitas vezes, desordenado dos centros urbanos gera sérias consequências sociais, econômicas e ambientais. De acordo com o UN-Habitat (2016), a expansão descontrolada das cidades decorre de fatores como a fragilidade da regulação urbanística, sanitária e ambiental, bem como da ausência de órgãos públicos suficientemente estruturados e com profissionais qualificados. Em muitos casos, a administração pública local sofre com a politização de cargos, a alta rotatividade de servidores e a carência de equipes técnicas capacitadas, o que compromete a eficiência da máquina administrativa e a implementação de políticas públicas efetivas.

Esse cenário se torna ainda mais preocupante diante das projeções demográficas. Norregaard (2013) alerta que a população urbana mundial deve passar de 3 bilhões para 10 bilhões até 2050, concentrando-se principalmente em países em desenvolvimento (AfDB/OCDE, 2010; ONU, 2015). Tal crescimento impõe uma pressão inédita sobre os governos locais, que precisam garantir o fornecimento de serviços essenciais — como saneamento básico, educação, saúde, mobilidade urbana e segurança pública — sob risco de enfrentarem consequências severas do subatendimento, aumento da criminalidade, caos urbano, congestionamentos crônicos, degradação ambiental e disseminação de doenças endêmicas.

Diante dessa conjuntura, a necessidade de receitas públicas estáveis, previsíveis e desvinculadas das flutuações econômicas torna-se central para a governança municipal. Em

especial, os tributos desempenham papel decisivo nesse processo. A Constituição Federal de 1988 conferiu aos municípios a competência tributária para instituir e arrecadar três impostos próprios: o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS) e o Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI). Entre eles, o ISS tem historicamente se destacado como a principal fonte de receita municipal. No entanto, com a aprovação da Reforma Tributária por meio da Emenda Constitucional nº 132, de 20 de dezembro de 2023, o ISS será gradativamente substituído por um imposto de competência compartilhada entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Essa mudança tende a reduzir a autonomia dos entes locais na gestão do tributo, com impacto direto sobre sua arrecadação.

Nesse novo contexto, resta evidente que os municípios deverão investir esforços adicionais para elevar a eficiência na arrecadação do IPTU e do ITBI. Ocorre que o ITBI, por sua própria natureza, está fortemente atrelado ao dinamismo do mercado imobiliário e, portanto, é altamente volátil frente às oscilações econômicas. Já o IPTU, em contrapartida, apresenta maior estabilidade arrecadatória e assume papel estratégico na sustentabilidade fiscal das cidades. Dados preliminares evidenciam que, em Fortaleza, o IPTU representou, em 2024, a segunda maior fonte de receita própria, contribuindo com aproximadamente R\$ 731.135.148,97 para os cofres municipais. Apesar de sua relevância, o imposto enfrenta um grave problema de inadimplência, historicamente em torno de 50%, revelando uma significativa lacuna de eficiência na gestão tributária.

Essa elevada taxa de inadimplência não apenas compromete a arrecadação efetiva, como também agrava o desequilíbrio fiscal do município, limitando a capacidade de investimento em políticas públicas essenciais. O fenômeno da inadimplência, além de refletir fatores econômicos individuais, pode ser interpretado como um fenômeno social, relacionado à percepção dos contribuintes sobre a legitimidade do tributo, à qualidade dos serviços prestados e à efetividade das ações de fiscalização e cobrança.

Assim, compreender os determinantes da inadimplência do IPTU torna-se um passo fundamental para que o poder público municipal formule estratégias mais eficazes de combate ao problema. Trata-se de buscar respostas racionais que expliquem as causas desse comportamento recorrente e, a partir disso, desenvolver políticas estruturais que atuem tanto na prevenção quanto na correção do fenômeno.

O presente trabalho propõe-se a contribuir nesse debate ao construir um modelo econométrico preditivo, baseado em dados dos imóveis de Fortaleza no período de 2022 a 2024, capaz de estimar o risco de inadimplência dos contribuintes. A partir dessa ferramenta, pretende-se oferecer subsídios para que o fisco municipal elabore um sistema de rating de contribuintes, direcionando com maior eficiência as ações de cobrança e recuperação de créditos. Com isso, espera-se não apenas reduzir os índices de inadimplência, mas também fortalecer a autonomia financeira do município e, por consequência, ampliar sua capacidade de prover serviços públicos de qualidade à população.

Em síntese, esta pesquisa se justifica tanto pela urgência fiscal imposta pelo novo arranjo da Reforma Tributária quanto pelo imperativo social de garantir que a tributação imobiliária cumpra seu papel de financiar o desenvolvimento urbano sustentável. Ao lançar luz sobre os fatores que determinam a inadimplência do IPTU, o estudo pretende fornecer elementos práticos e teóricos que possam orientar gestores públicos na busca por maior eficiência arrecadatória e justiça fiscal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Como o objetivo desse trabalho é construir um modelo econométrico preditivo sobre a inadimplência do IPTU no Município de Fortaleza, faz-se necessária realizar a revisão da literatura existente quanto a trabalhos que expliquem a inadimplência do IPTU e identificando as possíveis causas determinantes, sejam de localização, características do imóvel ou do sujeito passivo.

Inicialmente, Brito (2002) estudou a inadimplência do Município de Manaus, utilizou como metodologia a pesquisa documental e entrevistas e chegou aos seguintes resultados: índice de inadimplência de 30,1% a 49% no período de 1995 a 2001 e mapeou como principais causas a passividade fiscal; falta de estrutura tributária e a falta de censura da sociedade aos inadimplentes.

Em 2007, Carvalho Júnior em Ensaio sobre a inadimplência do IPTU na heterogeneidade da arrecadação do IPTU no Brasil demonstrou o comprometimento da renda familiar com o pagamento do IPTU em municípios que adotam alíquotas progressivas, enfatizando a relevância dessa variável na adimplência do IPTU.

Ao final do ensaio, concluiu que a maioria das capitais possuem nível de inadimplência do IPTU superior a 50%. Afirmou que os principais motivos para indicadores de inadimplência tão altos passam pela falta de infraestrutura administrativa dos municípios menores, o custo político, administrativo e financeiro da execução da dívida ativa, a desatualização do cadastro de contribuintes e a dificuldade em tributar terrenos vazios.

Em continuidade, no artigo Panorama do IPTU: Um retrato da administração tributária em 53 cidades selecionadas constam os dados do FMI (2018) e da OCDE (2015) que mostram a existência de um potencial inexplorado de alavancagem nos tributos imobiliários, pois atualmente em países em desenvolvimento a arrecadação representa apenas de 0,3% e 0,6% do PIB, e de acordo com Norregaard (2013) esse tipo de tributação tem potencial de atingir até 2% do PIB em países desenvolvidos e 0,9% em países em desenvolvimento. No entanto, atingir esse potencial pode ser muito desafiador, pois requer medidas como: expandir a base de cálculo e reduzir as isenções, aumentar o nível de cobertura e modernização dos cadastros fiscais, prover avaliações imobiliárias justas e condizentes com o mercado, calibrar as alíquotas de acordo com as diferentes capacidades contributivas dos contribuintes e controlar os indicadores de inadimplência.

Nesse contexto, o incremento do IPTU torna-se de suma importância, bem como desvendar os principais determinantes desse GAP de arrecadação existente, e esse trabalho

pretende focar na melhoria da disponibilidade de informações fiscais para tomada de decisão dos Gestores Públicos.

De acordo com de Carvalho, Pedro Humberto Bruno (2018, p. 14) são considerados problemas do baixo e heterogêneo nível arrecadatório do IPTU entre os municípios brasileiros, o não conhecimento pleno das causas desse fenômeno, a falta e a falta de debate de opções de políticas legislativas e administrativas para que esse problema seja efetivamente superado.

No estudo busca-se contribuir para a literatura sobre o problema da baixa tributação imobiliária no Brasil e fornecer uma análise integrada de todos os determinantes do desempenho do imposto a partir da flexibilidade do uso da equação dos fatores determinantes do desempenho do imposto imobiliário de Bahl (1979), ou seja, cobertura cadastral, nível avaliatório, alíquota e nível de inadimplência, além de outras informações quantitativas e qualitativas adicionais.

Bernardes (2020) em estudo sobre a inadimplência do IPTU no Município de Fortaleza modelos econométricos em análise multivariada e em especificações estimadas com variável dependente binária com uma amostra de 530.000 inscrições de imóveis obtida junto à Secretaria Municipal das Finanças de Fortaleza conclui que é possível inferir que a inadimplência foi menor nas áreas de maior valor venal.

Ademais, foi publicado em 2021 de autoria da Silvia Maria Parmeggiani Gering, Nelson Guilherme Machado Pinto e Kelmara Mendes Vieira o artigo Determinantes da inadimplência do IPTU no Município de Santa Maria no RS. Tal estudo teve como objetivo identificar os determinantes da inadimplência do IPTU utilizando-se de um modelo de regressão logística e foi demonstrado que a inadimplência é influenciada pela alíquota, pela existência de área irregular, pelo aumento do valor tributável do imóvel, manifestando-se favoravelmente nas pessoas físicas, relacionando-se aos valores e localização dos imóveis, bem como às posturas dos contribuintes.

Em enxerto extraído do trabalho, do ponto de vista do contribuinte, as causas para o descumprimento das obrigações podem estar ligadas às suas percepções diante da gestão municipal, seu comportamento e seu perfil. Além disso, seu comportamento é pautado pela inexistência de risco pelo descumprimento das obrigações fiscais, pelos elevados custos para seu cumprimento e falta de conscientização da função social dos impostos. (AFONSO; ARAÚJO; NÓBREGA, 2013; OLIVEIRA JR., 2014; VIOL, 2015).

Além dos estudos apresentados, outras pesquisas encontradas na literatura reforçam que a inadimplência tributária municipal é fenômeno multifatorial, envolvendo elementos cadastrais, administrativos, comportamentais, locais e conjunturais. O trabalho de Freire

e Xavier Júnior (2019) examina especificamente o impacto da atualização do cadastro imobiliário no Município de Fortaleza, demonstrando que o processo de modernização elevou simultaneamente o número de contribuintes inadimplentes e o índice médio de inadimplência. Ainda assim, os autores identificam aumento significativo da arrecadação, uma vez que a correção dos valores venais e a ampliação da base tributável contribuíram para maior justiça fiscal e para o fortalecimento da receita própria municipal.

Outro estudo relevante é o de Cupertino (2013), que analisou a arrecadação do IPTU no Município de Viçosa (MG) e identificou forte impacto negativo decorrente da desatualização cadastral e da defasagem da Planta Genérica de Valores (PGV). O autor verificou perda expressiva de arrecadação relacionada tanto à omissão de informações sobre edificações quanto ao descasamento entre valores de mercado e valores tributáveis, reforçando a importância da gestão cadastral como fator determinante para a redução da inadimplência e para a melhoria da eficiência tributária municipal.

A literatura disponível também aborda as causas estruturais e comportamentais da inadimplência tributária. No estudo *“Causas e consequências da inadimplência: uma análise sob diferentes dimensões”* destaca que a inadimplência decorre de fatores como baixa capacidade contributiva, falta de planejamento financeiro, percepção reduzida de risco de fiscalização, falhas administrativas e ausência de vínculo entre o pagamento do imposto e os serviços públicos percebidos pela população. O trabalho também evidencia que municípios com maior vulnerabilidade administrativa e menor capacidade de cobrança apresentam níveis mais elevados de inadimplência.

No campo da análise comportamental e institucional, destaca-se o estudo sobre a *“criminalização da inadimplência tributária”*, que discute a evolução do entendimento jurídico sobre o não pagamento de tributos, sobretudo nos casos de tributos indiretos. Embora tal contexto não se aplique diretamente ao IPTU, o trabalho evidencia o movimento nacional de endurecimento das medidas de combate ao não pagamento de tributos, o que pode influenciar a adoção futura de políticas municipais mais efetivas de cobrança e regularização fiscal.

A literatura mais recente também aponta caminhos inovadores para a redução da inadimplência. O estudo sobre o *“IPTU Verde”* discute como políticas extrafiscais voltadas à sustentabilidade podem estimular o cumprimento das obrigações tributárias ao incorporar incentivos ambientais e benefícios urbanos diretos ao contribuinte. Segundo o trabalho, esse tipo de política contribui para fortalecer a percepção de justiça fiscal e aumentar a adesão ao pagamento do imposto, alinhando a arrecadação municipal a objetivos de desenvolvimento sustentável.

Por fim, Lima (2020), embora focada no ISSQN, traz contribuições metodológicas diretamente aplicáveis ao estudo da inadimplência tributária municipal. O autor utiliza modelos estatísticos para estimar o risco de inadimplência por segmento do setor de serviços de Fortaleza, identificando diferenças significativas no perfil de risco entre os contribuintes e associando a inadimplência a fatores econômicos, setoriais e comportamentais. A abordagem evidencia que modelos econométricos são ferramentas eficazes para prever inadimplência e subsidiar políticas segmentadas de fiscalização e cobrança, sendo aplicáveis ao estudo do IPTU tanto para compreender padrões quanto para orientar políticas públicas informadas por dados.

3. IMPOSTO SOBRE A PROPRIEDADE TERRITORIAL URBANA

3.1. Contextualização

O Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) tem previsão na constituição federal e competência atribuída às Municipalidades do país, conforme rege o artigo 156, inc. I, para fins de financiamento de suas despesas, sejam correntes ou de capital. As características gerais do IPTU, definidas como a matriz de incidência tributária do imposto, têm sua previsão exposta no Código Tributário Nacional (Lei n. 5.172 de 1966) nos arts. 32 a 34, que apresentam a hipótese de incidência, a base de cálculo e definem o contribuinte.

Em continuidade, o Código Tributário do Município de Fortaleza detalha os aspectos de incidência e possibilita a instituição, previsão e efetiva arrecadação consoante mandamento da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), sob pena de irresponsabilidade do Gestor Municipal.

Elucidada a previsão normativa, cumpre destacar que a principal finalidade do IPTU é arrecadar e disponibilizar recursos financeiros ao município sem finalidade específica. Assim sendo, o Gestor Municipal tem liberdade na escolha do gasto e de quais políticas públicas serão implementadas através desses recursos. Porém, apesar dessa primordial função fiscal, o IPTU pode ser utilizado também com função extrafiscal, estimulando a função social da propriedade através da progressividade no tempo prevista constitucionalmente. A progressividade pode ocorrer de duas formas: em razão do valor do imóvel (progressividade fiscal) ou em razão da função social da propriedade ao desestimular que o imóvel fique não edificado, subutilizado ou inutilizado (progressividade extrafiscal).

Por fim, ressalta-se que a receita tributária do IPTU é historicamente a segunda maior dentre as fontes de receita própria do município de Fortaleza. A Tabela 1 apresenta a evolução da arrecadação própria do município de Fortaleza entre 2018 e 2024, destacando a participação relativa do IPTU.

Tabela 1 - Importância do IPTU na arrecadação municipal (valores corrigidos pelo IPCA-E até janeiro de 2025)

Ano	Receita Própria Total		Receita com IPTU		Representatividade do IPTU
2018	R\$	2.892.733.116,47	R\$	654.777.218,67	22,64%
2019	R\$	2.971.413.504,11	R\$	685.651.591,67	23,07%

2020	R\$	2.826.260.641,70	R\$	655.710.639,80	23,20%
2021	R\$	3.102.361.290,96	R\$	703.237.267,07	22,67%
2022	R\$	3.243.844.473,58	R\$	706.294.728,12	21,77%
2023	R\$	3.705.288.034,26	R\$	742.444.350,92	20,04%
2024	R\$	3.912.979.087,42	R\$	731.135.148,97	18,68%

Fonte: Sefin – Fortaleza (2025).

Verifica-se que, apesar do crescimento nominal da arrecadação total, a participação relativa do IPTU caiu de 22,6% em 2018 para 18,7% em 2024. Esse resultado reforça o potencial de recuperação dessa receita e a necessidade de estratégias mais eficazes de combate à inadimplência por parte do Município.

Ademais, diferentemente dos outros dois impostos municipais, o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e o Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), a arrecadação do IPTU é menos sensível ao nível de atividade econômica, o que torna o entendimento dos fatores determinantes dessa arrecadação especialmente importante para a estabilidade financeira do município. Além disso, com a reforma tributária reestruturando a sistemática do ISSQN para um novo imposto de competência compartilhada e possivelmente diminuindo a autonomia sobre esse imposto por parte do município, o IPTU assume lugar de destaque por preservar maior autonomia e independência tributária-financeira frente aos demais entes federativos.

3.2. MATRIZ DO IPTU

Inicialmente, a Regra Matriz de Incidência Tributária – RMIT trata-se de um conceito jurídico que possibilita delimitar de forma precisa os elementos da obrigação tributária. Sua principal finalidade é determinar os critérios de identificação do fato jurídico tributário, possibilitando a realização do controle de legalidade do fato tributário.

Todo imposto possui uma regra-matriz de incidência tributária – RMIT dotada de cinco critérios que são: critério material, critério temporal, critério espacial, critério subjetivo e critério quantitativo. A tabela 2 apresenta as respectivas conceituações:

Tabela 2 – Definição dos elementos da Matriz de Incidência de um Tributo

Critério	Definição	Exemplo/Elemento-chave
Material	Estabelecido em lei, é o que faz surgir a obrigação tributária, geralmente expresso por um verbo.	"Prestar serviço", "Circular mercadoria"

Temporal	Determina o momento exato da ocorrência do fato imponible, quando nasce a obrigação tributária.	Data da compra, do pagamento, da transmissão
Espacial	Define o local onde ocorre o fato gerador do tributo e onde será devido.	Município, estado ou país da operação
Subjetivo	Estabelece as partes da relação jurídico-tributária: sujeito ativo (credor) e sujeito passivo (devedor).	Fazenda Pública e contribuinte
Quantitativo	Determina como calcular o valor devido, por meio da alíquota e da base de cálculo.	Alíquota (%) aplicada sobre base de cálculo

Fonte: elaboração do autor.

No caso do IPTU os critérios da sua matriz de incidência tributária estão previstos no Código Tributário Municipal (CTM) de Fortaleza. O critério material e espacial estão previstos no art. 260 do Capítulo I do Título II do CTM de Fortaleza que define que o fato gerador é a propriedade, o domínio útil, ou a posse de bem imóvel por natureza ou por acessão física, definido na lei civil, localizado na zona urbana do Município de Fortaleza.

O critério temporal é previsto no art. 262 do Capítulo I do CTM de Fortaleza com sendo o dia 1º de janeiro de cada exercício e nos dados cadastrais existentes no Cadastro Imobiliário do Município de Fortaleza na data do fato gerador, fornecidos pelo sujeito passivo ou apurados pela Administração Tributária.

O critério subjetivo está previsto nos art. 264 a 266 do Capítulo II do Título II do CTM de Fortaleza que prevê como contribuinte o proprietário do imóvel, o titular de seu domínio útil, ou o seu possuidor a qualquer título. Além do contribuinte existe a figura dos responsáveis solidários que são: I - o titular do direito de usufruto, de superfície, de uso ou de habitação; II - o compromissário comprador; III - o comodatário; IV - os tabeliães, notários, oficiais de registro de imóveis e demais serventuários de cartórios que lavrarem escrituras, que transcreverem ou averbarem atos em seus registros relacionados com a transferência de propriedade ou de direitos a ela relativos, sem a prova da quitação do IPTU dos imóveis, ainda que a dispensa da prova de quitação seja feita com base na Lei nº 7.711, de 22 de dezembro de 1988 e no seu regulamento; V - as pessoas físicas ou jurídicas que tenham interesse comum na situação que tenha dado origem ao fato gerador do imposto; VI - todo aquele que comprovadamente concorra para a sonegação do imposto; VII - o ocupante de imóvel público; (Inciso acrescido pelo art. 30 da Lei Complementar nº 318, de 23 de dezembro de 2021) VIII - o cessionário de imóvel público que explore atividade econômica com fins lucrativos. (Inciso acrescido pelo art. 30 da Lei Complementar nº 318, de 23 de dezembro de 2021) Parágrafo único. Os efeitos da solidariedade, previstos no artigo 39 deste Código, são aplicados ao disposto neste artigo.

O critério material é composto da alíquota e base de cálculo que tem previsão nos art. 267 a 280 do Capítulo III e IV do Título II do CTM de Fortaleza que define a base de cálculo o valor venal do imóvel no art, 267 e prevê uma variedade de alíquotas no art 279, dentre elas 0,6%, 0,8% e 1,4% para imóveis residências e 1% e 2% para imóveis não residências.

Além do mais, este imposto constitui ônus real, ou seja, acompanha o imóvel em todas as suas transações imobiliárias. Explicando de forma mais objetiva, é um imposto vinculado ao imóvel e não ao proprietário ou possuidor, o que significa que caso venha a adquirir um imóvel que débitos tributários passará a ser responsável por eles. Dessa forma, é medida de cautela verificar a existência ou não de débitos em aberto referentes ao IPTU junto à prefeitura do município antes de se adquirir um imóvel.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1. Base de dados

Os dados que foram utilizados nessa dissertação foram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Finanças de Fortaleza – SEFIN Fortaleza com recorte temporal de 2022 a 2024 com frequência anual. Eles englobam os imóveis presentes no Município de Fortaleza.

Ao total são 651.238 inscrições imobiliárias (2025), contendo descrição de quadra, lote, endereço, regional, tipologia, nome do proprietário, valor venal, imposto devido, valor pago, parcelas vencidas, classificação arquitetônica, área edificada, alíquota, tipo de benefício etc. Com base nessa base de dados foi possível compreender a inadimplência e tirar conclusões sobre o efeito das variáveis sobre a variável dependente.

4.2. Metodologia econométrica

A metodologia utilizada neste trabalho foi a estimação de um modelo econométrico de resposta qualitativa em que se calculou o risco de inadimplência para cada inscrição de imóvel com base em um vetor de características do imóvel e de seu proprietário. Inicialmente, a partir dos dados sobre pagamentos mensais fornecidos pela SEFIN Fortaleza, foi calculado um indicador binário de adimplência para cada inscrição/ano com base em um critério pré-definido: o pagamento de todas as parcelas mensais de IPTU devido dentro do respectivo prazo de vencimento.

Importante comentar que o esforço pioneiro de Bernardes (2020) aplicou uma modelagem de resposta qualitativa para estudar a adimplência do IPTU na cidade de Fortaleza, mas adotou como variável um indicador baseado no valor do débito vencido. Este trabalho se diferenciou por sugerir um indicador baseado no ato de pagamento em si, além de considerar diversas variáveis adicionais do imóvel e de seu proprietário e por ter foco na classificação dos contribuintes, para além do estudo dos fatores explicativos da inadimplência.

Sendo assim, foi utilizado para fins de estimativa modelo independente de regressão logística de variável binária. Para fins de elucidação, conforme Fávero (2019), o modelo de regressão logística binária tem como objetivo principal estudar a probabilidade de ocorrência de um evento definido por Y que se apresenta na forma qualitativa dicotômica ($Y = 1$ para

descrever a ocorrência do evento de interesse e $Y = 0$ para descrever a ocorrência do não evento), com base no comportamento de variáveis explicativas. Desta forma, podemos definir um vetor de variáveis explicativas, com respectivos parâmetros estimados, da seguinte forma:

$$flag_inadimplente_1 = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_j \text{ (onde } j = 1, \dots, n) \quad (1)$$

Onde:

- α é o termo de intercepto;
- β_j são os coeficientes para cada variável independente;
- X_j representa a j -ésima variável independente.

Em que Z é conhecido por **logit**, α representa a constante, β_j ($j = 1, 2, \dots, k$) são os parâmetros estimados de cada variável explicativa, X são as variáveis explicativas (métricas ou *dummies*) e o subscrito i representa cada observação da amostra ($i = 1, 2, \dots, n$, em que n é o tamanho da amostra). É importante ressaltar que Z não representa a variável dependente, denominada por Y , e o nosso objetivo neste momento é definir a expressão da **probabilidade P** ; de ocorrência do evento de interesse para cada observação, em função do logit Z , ou seja, em função dos parâmetros estimados para cada variável explicativa. Para tanto, devemos definir o conceito de **chance** de ocorrência de um evento, também conhecida por **odds**, da seguinte forma:

$$chance(odds)_{y=1} = \frac{P_i}{1-P_i} \quad (2)$$

A regressão logística binária define o logit Z como o logaritmo natural da chance, de modo que:

$$\ln(chance_{Yi=1}) = Zi \quad (3)$$

Logo, a probabilidade de ocorrência do evento:

$$p_i = \frac{e^{Z_i}}{(1+e^{Z_i})} = \frac{1}{(1+e^{-Z_i})} \quad (4)$$

Após a modelagem, é possível verificar que os valores fiquem entre 0 e 1, garantido quando se impõe que o logit fosse igual ao logaritmo natural da chance. Assim, dados os

parâmetros estimados do modelo e os valores de cada uma das variáveis explicativas para uma dada observação i , podemos calcular o valor de Z ; e, por meio da curva logística.

Após essas manipulações algébricas, define-se a expressão da probabilidade estimada de ocorrência de um evento que se apresenta na forma dicotômica para uma observação i da seguinte forma:

$$P_i = \frac{1}{(1 + e^{-(\alpha + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki})})}, \quad (5)$$

em que P = probabilidade de ocorrência de determinado evento, e = base dos logaritmos naturais, β = coeficientes, X = variáveis independentes.

Em continuidade, a estimação dos coeficientes do modelo foi realizada por Máxima Verossimilhança (MV), uma vez que a função logística não permite a aplicação direta do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pois como não se trata de regressão linear simples não existe uma média e variância. Segundo Sharma (1996), a estimação por máxima verossimilhança é a técnica mais popular de estimação dos parâmetros de modelos de regressão logística.

É importante mencionar, que, entretanto, foi realizado teste de multicolinearidade entre as variáveis explicativas quando da estimação de modelos de regressão logística.

Para avaliar a qualidade do modelo, O teste X^2 propicia condições para verificação da significância do modelo, uma vez que suas hipóteses, nula e alternativa, para um modelo geral de regressão logística, são, respectivamente:

$$\begin{aligned} H_0 &= \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \\ H_1 &: \text{existe pelo menos um } \beta_j \neq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

O teste possibilita verificar se todos os parâmetros estimados são estatisticamente iguais a 0, entretanto não fornece informação individual de cada parâmetro. Desta forma, foi necessário avaliar se cada um dos parâmetros do modelo de regressão logística binária era estatisticamente significativo e, neste sentido, foi utilizada a **estatística z de Wald**.

Por fim, para escolha das variáveis foi utilizado o método *Forward Stepwise: Wald* no qual cada variável foi sendo incluída separadamente até obtermos o modelo que melhor

explica o fenômeno em estudo. Sendo assim o modelo foi obtido após 16 iterações, apresentando melhor adequação estatística de acordo com as variáveis explicativas propostas. Além disso, as variáveis incluídas possuem suporte na literatura ou na experiência de auditores da Secretaria de Finanças de Fortaleza, como será demonstrado nessa dissertação. A análise estatística e a estimação do modelo foram executadas utilizando pacote ANACONDA para a linguagem Python, mas especificamente um notebook Jupyter.

5. RESULTADOS

5.1. Variável dependente: inadimplência do IPTU

A variável dependente do modelo foi definida em função da inadimplência do IPTU da seguinte forma:

- 0 = adimplente;
- 1 = inadimplente.

Diferentemente da percepção de inadimplência baseada na comparação entre valor lançado no início do exercício e valor pago ao final do exercício, este trabalho definiu a inadimplência como base na data do vencimento de cada parcela ou cota única. Importante mencionar, que não foi realizada a segmentação em dois modelos, pagamento em cota única ou pagamento parcelado, pois as ações de cobrança normalmente são realizadas após a data de vencimento da cota única o que tornaria, na prática, inócua essa separação.

Assim sendo, considera-se inadimplente toda inscrição cujo pagamento não ocorreu na respectiva data de vencimento, independente de posterior regularização, parcelamento ou cobrança.

5.2. Variáveis explicativas: Descrição, Efeito Esperado e Tratamento das variáveis

5.2.1. Descrição e valor esperado

Nesta seção serão apresentadas, de forma individual e descritiva, as variáveis explicativas utilizadas no modelo, bem como seus efeitos esperados em relação a probabilidade de inadimplência, com base na literatura econômica e evidências empíricas.

A variável TipoPessoa busca identificar se o contribuinte é pessoa física ou jurídica. Em relação a expectativa econômica quanto ao seu efeito sobre a inadimplência, espera-se que o tipo pessoa física aumente as chances de inadimplência comparado a pessoa jurídica. Conforme Lopes et al. (2017) pessoas físicas enfrentam maior volatilidade de renda o que prejudica a capacidade de planejamento financeiro e são mais suscetíveis a choques econômicos.

A variável GeneroImóvel identifica se o imóvel é residencial ou não residencial. O efeito esperado é que imóveis residenciais aumentem as chances da probabilidade de inadimplência em razão de maior prevalência de contribuintes pessoa física e se concentrar em áreas de baixa renda e não possuir finalidade comercial o que resulta em consequências como não obtenção de certidão negativa de débitos tributários, o que pode afetar a atividade comercial.

As variáveis `ImpostoDevido`, `ValorDaRenda` e `ValorMercado` são variáveis numéricas que representam o valor do Imposto que é devido naquele exercício pelo contribuinte, a renda auferida pelo contribuinte naquele exercício e o Valor de Mercado do imóvel vinculado a inscrição imobiliária com base na avaliação do Município. O impacto esperado dessas variáveis espera-se que tenham a mesma tendência devido ao fato que os contribuintes que possuem maior renda adquirem os imóveis de maior valor de mercado. Sendo assim, há uma expectativa que tenha um efeito de diminuir a chance da probabilidade de inadimplência relacionado a maior capacidade contributiva do sujeito passivo.

Em relação a variável `HistóricoDívidaAtiva`, essa variável identifica se no exercício anterior a inscrição tinha débito inscrito em dívida ativa ou não. Com base na literatura Nunes (2024), espera-se que o histórico em dívida ativa nos exercícios anteriores aumente as chances de inadimplência, seja por restrição financeira, desorganização fiscal ou baixo temor de punição.

A variável `HistóricoIsenção` demonstra se há ou não isenção fiscal no exercício anterior para a inscrição em análise. Numa análise econômica, a existência de benefícios fiscais reduza a chance de inadimplência, pois o contribuinte tende a adotar um comprometimento fiscal maior para proteção e manutenção dos seus benefícios e permanência do perfil historicamente adimplente.

As variáveis `imoveis_1`, `imoveis_2_a_3` e `imoveis_acima_de_3` representam classes referentes a quantidade de imóveis por contribuinte, sendo respectivamente contribuintes com apenas 1 imóvel, contribuintes com 2 ou 3 imóveis e contribuintes com mais de 3 imóveis. O efeito esperado é que com o aumento da quantidade de imóveis haja a redução nas chances de inadimplência devido a grandes proprietários possuírem maior capacidade de pagamento e normalmente terem fins comerciais, como transacionar imóveis, dessa forma terem maior interesse em manter a regularidade fiscal.

Por fim, as variáveis `regional_I`, `regional_II`, `regional_III`, `regional_IV`, `regional_V` identificam a localização geográfica dentro do Município de Fortaleza vinculado às antigas Secretarias Executivas Regionais. Conforme a literatura, há uma expectativa de que contribuintes com poucos imóveis sejam pessoas físicas de baixa renda e aumentem a chance de inadimplência e contribuintes com vários imóveis tendem a ser Pessoa Jurídica ou Física de alta renda havendo uma expectativa de que reduzam significativamente as chances de inadimplência.

5.2.2. Tratamento das variáveis

A amostra inicial bruta possuía aproximadamente 4 milhões de registro. Após tratamento de variáveis foi reduzida para um pouco menos de 2 milhões de registros. Os tratamentos realizados foram os seguintes:

1. Conversão de variáveis em dummies: `cotaunicaiptu`, `dividaativa`, `semvalenviadopgm`, `Tipodepessoa`, `escgeneroimovel` e `InscriçãoIdentificada`;
2. Criação de variáveis defasadas: `HistóricoDívidaAtiva`, `HistóricoIsenção` e `PagamentoCotaÚnica`;
3. Renumeração do id do PNI puro para não serem contados como o mesmo proprietário;
4. Criação de classes de quantidade de inscrições do mesmo contribuinte utilizando os quartis da distribuição. Foi possível identificar que 90% da distribuição de frequência é de apenas 1 inscrição, 5% de 2 a 3 inscrições e o restante acima de 3 inscrições;
5. Criação de dummy relacionada a variável localização “`nomregional`”. Foi realizada aglutinação de regionais considerando a realidade de 2015 (ano da realização do estudo de Flávio Bernandes) para fins comparativos entre a inadimplência atual e a da época.

5.3. Análise exploratória das variáveis explicativas

Inicialmente, para evitar viés no modelo foram retirados os imóveis isentos e imunes, pois os mesmos não podem ser classificados como inadimplentes. A amostra contempla imóveis residenciais e não residenciais, com variáveis dummies.

Em síntese, para fins da regressão logística, definiu-se operacionalmente para a variável dependente y : 0 = adimplentes e 1 = inadimplentes. Como variáveis independentes foram consideradas as variáveis cadastrais e binárias descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Variáveis Explicativas do Modelo

Variável	Renomeação Variável Amigável	Descrição Concisa
<code>tipopni_binario</code>	<code>InscriçãoIdentificada</code>	Indicador binário de tipo PNI.
<code>desctipopessoa</code>	<code>Tipodepessoa</code>	Descrição textual do tipo de pessoa.
<code>descgeneroimovel</code>	<code>GêneroImóvel</code>	Tipo de uso do imóvel.
<code>valimpostodevido</code>	<code>ImpostoDevido</code>	Valor do imposto devido.

flagsemvalenviadopgm	EnvioDívidaAtiva	Valor enviado para à PGM.
flagcotaunicaiptu_defas	PagamentoCotaÚnica	Cota única IPTU desatualizada.
valor_renda_inscricao	ValorDaRenda	Valor de renda/faturamento da inscrição.
valor_merc_inscricao	ValorMercado	Valor de mercado do imóvel.
flagdividaativa_defas	HistóricoDívidaAtiva	Inscrito em dívida ativa no exercício anterior.
flagteveisencaoqqtipo	HistóricoIsenção	Imóvel teve alguma isenção.
num_imoveis	númeroDeImóveis	Quantidade total de imóveis por pessoa.
imoveis_1	imoveis_1	Pessoa possui 1 imóvel.
imoveis_2_a_3	imoveis_2_a_3	Pessoa possui 2 a 3 imóveis.
imoveis_acima_de_3	imoveis_acima_de_3	Pessoa possui mais de 3 imóveis.
flag_inadimplente_1		Proprietário/inscrição inadimplente.
regional_I	regional_I	Imóvel pertence à Regional I.
regional_II	regional_II	Imóvel pertence à Regional II.
regional_III	regional_III	Imóvel pertence à Regional III.
regional_IV	regional_IV	Imóvel pertence à Regional IV.
regional_V	regional_V	Imóvel pertence à Regional V.
regional_VI	regional_VI	Imóvel pertence à Regional VI.

Fonte: Elaboração do autor.

Além disso, para avaliar a significância geral do modelo em estudo, utilizou-se o valor *o teste* X^2 (qui-quadrado) e para avaliar a significância das variáveis o teste *Wald*.

Em consulta ao Power BI da Secretaria de Finanças constam as seguintes quantidades de inscrições por exercício: aproximadamente 618.170 de 2022, aproximadamente 629.467 de 2023, aproximadamente 636.145 de 2024, do banco de dados da Secretaria de Finanças de Fortaleza, conforme Power BI. Os dados cadastrais e financeiros representam a situação em 13 de junho de 2025, data da extração da base de dados, e abrangem os lançamentos e pagamentos realizados para os exercícios de 2022 até 2024.

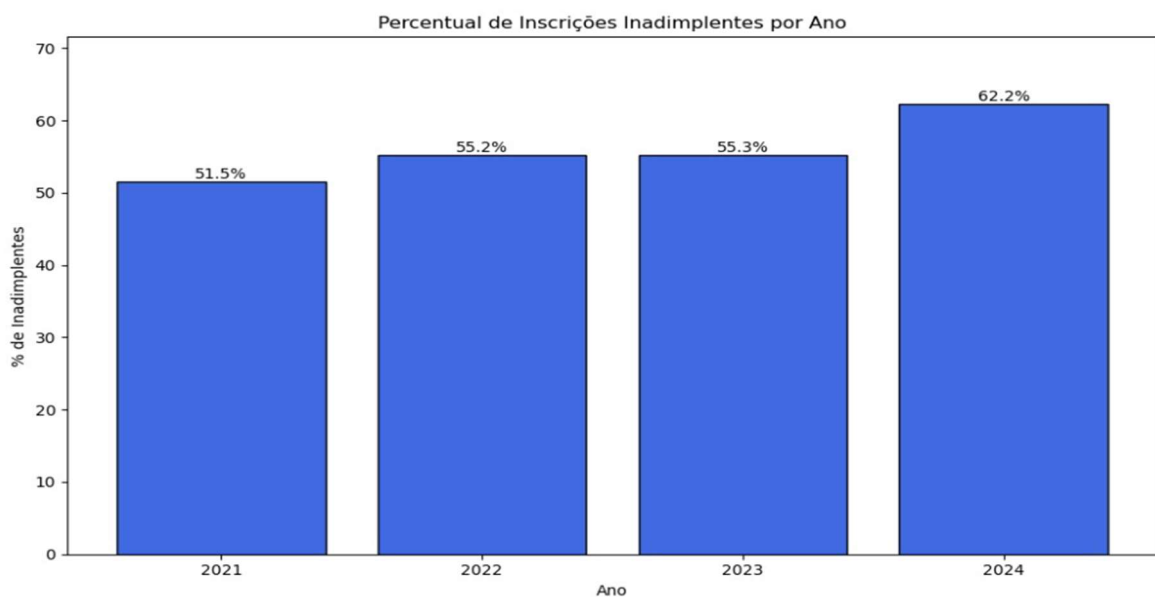
A análise de regularidade fiscal do contribuinte, considerou o período de 2022 até 2024. O IPTU pode ser regularizado em cota única ou em 12 (doze) parcelas. A não regularização resulta em inscrição em dívida ativa, podendo ser ajuizado ou reparcelado nos termos da Legislação Tributária Municipal vigente. Em sequência, O Gráfico 1 mostra a relação entre o valor lançado de IPTU e o valor efetivamente pago em cada exercício:

Gráfico 1 – inadimplência considerando valor pago x valor lançado por exercício

Fonte: PowerBI da Secretaria de Finanças de Fortaleza.

Analisando o gráfico 1, constatou-se que com critério valor lançado x valor pago pode ser considerado adimplentes no exercício de 2022 o percentual de 78,4%, em 2023 o percentual de 78,4%, em 2024 o percentual de 77,5% e em 2025 o percentual de 84,2% (até o momento). Embora relevantes, esses números indicam que aproximadamente um quarto do valor lançado não é efetivamente arrecadado no prazo, comprometendo o equilíbrio fiscal do município.

Entretanto, a proposta do conceito de inadimplência deste estudo é verificar o pagamento na data do vencimento, o que aumenta o percentual de inadimplência e possibilita obter insights de como e a que perfil de contribuinte realizar ações de cobrança. O Gráfico 2 apresenta a inadimplência definida segundo o critério de pagamento na data do vencimento:

Gráfico 2 – inadimplência considerando a data do vencimento por exercício

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SEFIN-Fortaleza (2025).

Verifica-se que a inadimplência apresentou trajetória crescente no período, passando de 51,5% em 2021 para 62,2% em 2024. Embora em 2022 e 2023 os índices tenham permanecido relativamente estáveis, o salto observado em 2024 indica um agravamento preocupante do cenário. Esse resultado sugere a necessidade de medidas mais eficazes de cobrança e reforça a importância de modelos preditivos para orientar políticas públicas voltadas à redução da inadimplência.

Consequente, foi realizada a distribuição das variáveis binárias que são: 'InscriçãoIdentificada', 'Tipodepessoa', 'GêneroImóvel', 'HistóricoDívidaAtiva', 'HistóricoIsenção_defas', 'imoveis_1', 'imoveis_2_a_3', 'imoveis_acima_de_3', 'flag_inadimplente_1', 'regional_I', 'regional_II', 'regional_III', 'regional_IV', 'regional_V', 'regional_VI'. Segue Tabela e Gráfico 3 para demonstrar as distribuições por variável.

A Tabela 4 mostra a frequência das principais variáveis binárias utilizadas no modelo, relacionadas ao tipo de contribuinte, gênero do imóvel, dívida ativa, isenções e localização:

Tabela 4 – Distribuição das variáveis binárias

VARIÁVEL	0	1	NaN
tipopni_binario	1649378	274680	0
desctipopessoa	308930	1490188	124940
GêneroImóvel	697033	1227025	0
HistóricoDívidaAtiva	1543748	380310	0
HistóricoIsenção_defas	1849524	74534	0
imoveis_1	1223410	700648	0
imoveis_2_a_3	1540290	383768	0
imoveis_acima_de_3	1084416	839642	0
flag_inadimplente_1	811386	1112672	0
regional_I	1784437	139621	0
regional_II	1470715	453343	0
regional_III	1638285	285773	0
regional_IV	1739022	185036	0
regional_V	1527279	396779	0
regional_VI	1460552	463506	0

Fonte: Elaboração do autor.

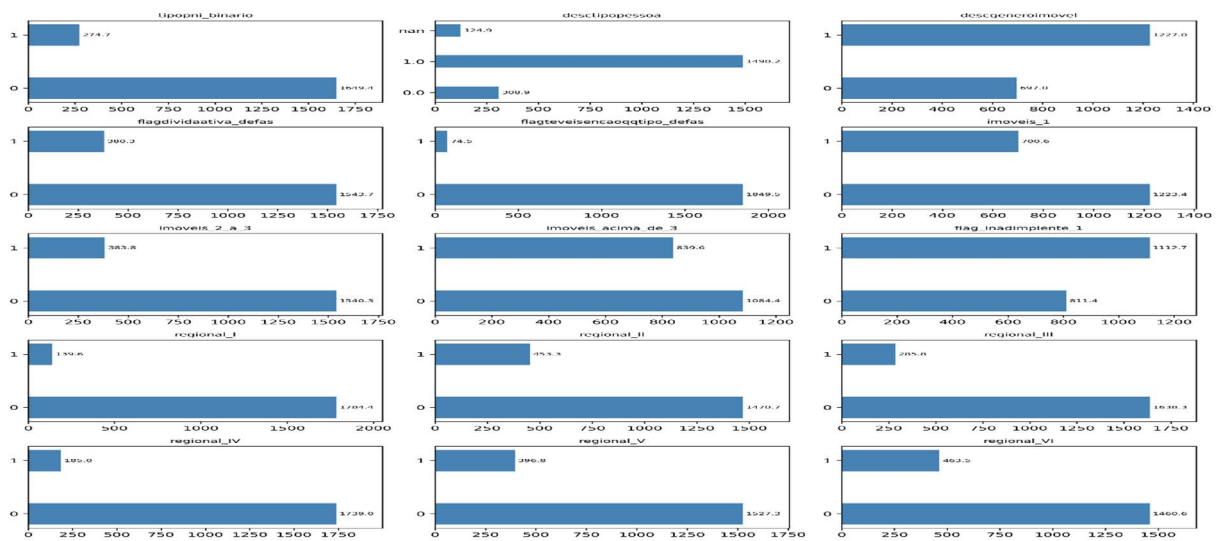
NaN significa valores ausentes no cadastro; Para desctipopessoa, os 124.940 registros ausentes foram tratados como categoria 'Não informado' (dummy), e testes de sensibilidade foram feitos excluindo esses registros — resultados estáveis/indicar se estável).

Destaca-se que 1,49 milhão de registros correspondem a pessoas físicas e 1,22

milhão a imóveis residenciais. Também se observa mais de 1,1 milhão de registros inadimplentes. Esse perfil confirma a relevância de variáveis socioeconômicas e cadastrais para explicar a inadimplência.

Em continuidade, o Gráfico 3 ilustra a distribuição das variáveis binárias, complementando as informações da Tabela 3:

Gráfico 3 – Análise da distribuição das variáveis binárias



Fonte: Elaboração do autor.

Diante dos dados do gráfico 3, podemos obter os seguintes insight:

1. InscriçãoIdentificada: a maioria dos registros é 0, acima de 1.6 mi, indicando que a maior parte dos dados não se enquadram nessa categoria, ou seja, a maioria dos contribuintes estão devidamente identificados na base;
2. Desctipopessoa: existe uma preponderância (aproximadamente 1.5 mi) de pessoas físicas na base, representado pelo 1;
3. GêneroImóvel: a maior parte dos imóveis registrados na base são de imóveis residenciais, acima de 1.2 mi;
4. HistóricoDívidaAtiva: mais de 1.5 mi dos registros não estavam inscritos em dívida ativa no exercício de referência;
5. HistóricoIsenção_defas: maioria das propriedades, cerca de 1.8 mi, não possuíam qualquer tipo de isenção no período de referência;
6. Variáveis relacionadas a númeroDeImóveis: Observa-se que a maior

concentração de imóveis está em proprietários de 1 imóvel (cerca de 700 mil) e acima de 3 (cerca de 800 mil). A alta concentração em imóveis acima de 3 explica-se por pessoas jurídicas que possuem alta concentração de capital em imóveis, além das quais tem como finalidade primordial transacionar imóveis;

7. Flag_inadimplente_1: Essa variável é a definida como dependente no modelo e demonstra uma preponderância de registros inadimplentes, aproximadamente 1.1 mi de registros). Isso demonstra o potencial arrecadatário do Município de Fortaleza;

8. Variáveis Regionais: Essas variáveis indicam a distribuição dos imóveis por região em Fortaleza. A uma maior concentração de imóveis cadastrados nas Regionais II e VI, totalizando aproximadamente mais de 1 mi de registros, seguido da Regional V com aproximadamente 400 mil registros. As demais Regionais são menos expressivas.

De posse dessas informações podemos concluir que a base é composta em grande maioria de pessoas devidamente identificadas, de imóveis em sua maioria não isentos ou inscritos em dívida ativa e uma parte significativa possuem mais de 3 imóveis. Fato interessante é a alta proporção de registros de inadimplência. Por fim, as Regionais II, V e VII concentram a maior parte dos imóveis de Fortaleza.

Em seguida, as variáveis numéricas são as seguintes: 'ImpostoDevido_log', 'ValorDaRenda', 'ValorMercado_log', 'númeroDeImóveis_log'. A Tabela 5 resume as medidas de tendência central e dispersão das variáveis numéricas do modelo:

Tabela 5 – Medidas de posição e dispersão variáveis numéricas

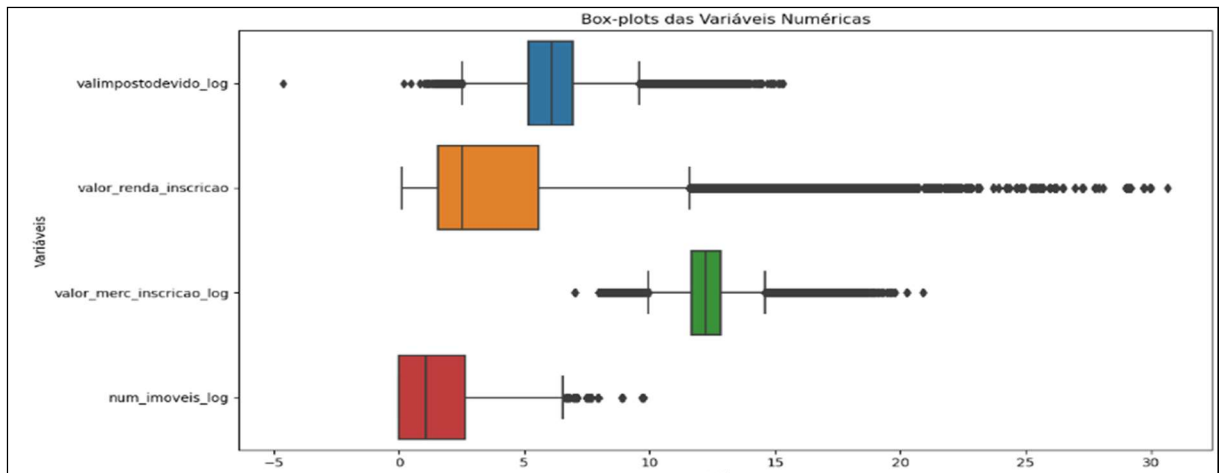
Variável	mean	std	min	25%	50%	75%	max
ImpostoDevido_log	6.0762	1.3067	46.052	5.1705	6.0803	6.9346	153.221
ValorDaRenda	4.3734	4.1776	1.300	1.5500	2.5400	5.5700	306.600
ValorMercado_log	12.2781	9.319	7.0211	11.6870	12.2549	12.8562	209.157
númeroDeImóveis_log	1.6198	1.8829	0	0	1.0986	2.6391	9.7458

Fonte: Elaboração do autor.

Constata-se que a renda e o número de imóveis apresentam forte assimetria positiva, enquanto as variáveis de imposto devido e valor de mercado, após transformação logarítmica, se aproximam de distribuições simétricas. Isso reforça a necessidade de tratamento estatístico para evitar distorções na estimação do modelo.

Para melhor visualização, Gráfico 4 apresenta box-plots das variáveis numéricas selecionadas, permitindo avaliar sua dispersão e presença de outliers.

Gráfico 4 – Box-plot das variáveis numéricas



Fonte: Elaboração do autor.

Diante dos dados, pode-se extrair as seguintes informações do gráfico 4:

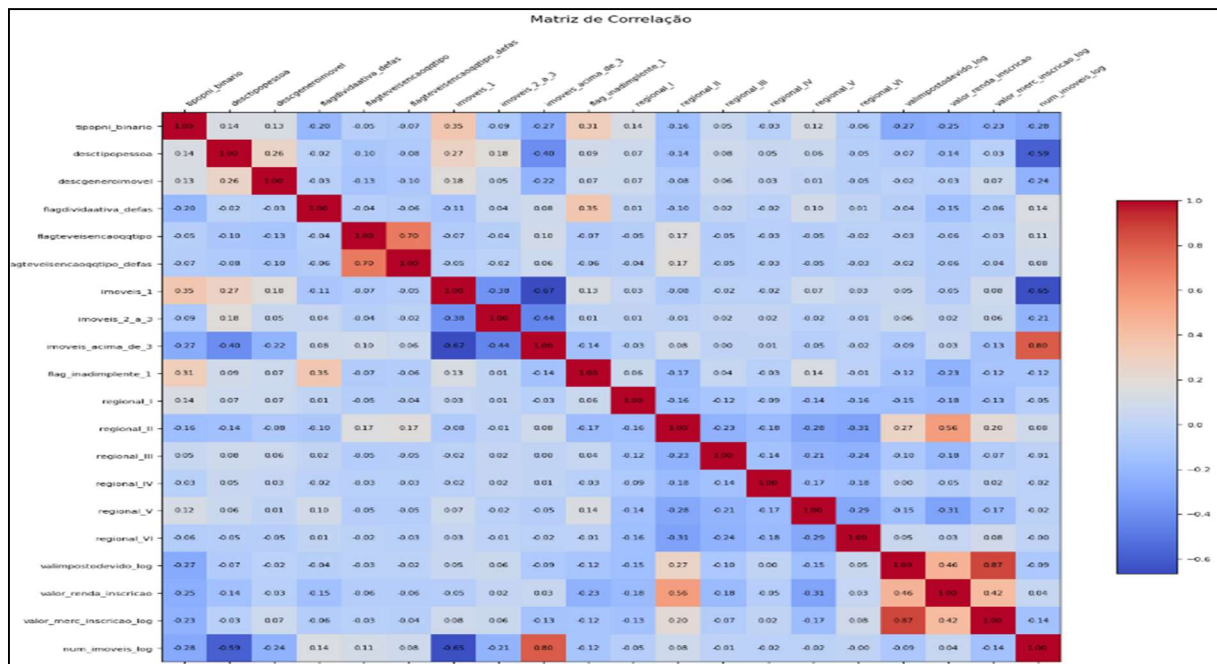
1. ImpostoDevido_log (Valor do Imposto Devido - Logaritmizado): A média e mediana são bem próximas, o que sugere uma distribuição bastante aproximada da simétrica, o que possibilita a utilização de vários modelos estatísticos. Outro fator importante é que a maioria dos valores estão entre 5.1 e 6.9. Em relação a dispersão, a amplitude total de 19.9 e desvio padrão de 1.3 demonstram uma grande dispersão dos valores em torno da média. Outro ponto a se analisar é a existência de um valor negativo após a transformação em logaritmo, o que sugere um valor muito baixo em torno da média e em consulta a esse dado, trata-se de um imóvel isento que após o lançamento foi registrado valor devido de R\$ 0,01, tratando de um outlier, devendo ser analisado a possibilidade de exclusão da base;
2. ValorDaRenda (Valor da Renda da Inscrição): A média é bem maior que a mediana o que sugere uma distribuição assimétrica à direita. Trata-se de distribuição comum para variável renda, pois o maior número de pessoas possui baixa renda, enquanto menor número possui alta renda, alavancando a média. A renda está concentrada entre 1.5 e 5.5 salários mínimos per capita. O desvio padrão de acima de 4 indica uma alta dispersão dos valores em torno da média, bem como a presença de valores extremos (outliers) confirmam esse fato. A amplitude total está em torno de 17.

3. ValorMercado_log (Valor de Mercado do Imóvel - Logaritmizado): A uma similaridade entre a média e mediana indicando aproximação de uma distribuição simétrica. Isso demonstra que a transformação em log foi eficaz para normalização dos dados. O desvio é inferior a média o que sugere que os dados estão próximos a média, resultando em menor dispersão relativa. A amplitude é de aproximadamente 14, o que sugere uma boa variedade de valores.
4. númeroDeImóveis_log (Número de Imóveis - Logaritmizado): A média é superior a mediana o que indica uma distribuição assimétrica positiva. A uma expectativa que a maioria dos proprietários tenham poucos imóveis e uma minoria tenham muitos imóveis, ampliando a cauda da distribuição a direita. Esse fato se confirma, pois o fato de o 1º quartil apresentar valor zero, ou seja $\log(1) = 0$, confirma que a maioria esmagadora dos proprietários possuem apenas 1 imóvel. Em relação a dispersão, o desvio padrão é maior que a média, o que indica fortemente a alta dispersão e assimetria. Isso se explica devido ao fato de que apesar da concentração em torno de 1 único imóvel, existe um número considerável de proprietários detentores de muitos imóveis, que provavelmente sejam pessoas jurídicas que tenham alta concentração ou mesmo tenham como finalidade transacionar imóveis.

Em resumo, observa-se grande dispersão em renda e número de imóveis, reflexo da concentração de renda e da posse de múltiplos imóveis em um pequeno grupo de contribuintes. A transformação logarítmica contribuiu para reduzir a assimetria, embora outliers ainda estejam presentes

Por fim, segundo Gujarati (2011) é necessário analisar a multicolineariedade entre as variáveis, pois a existência desse fenômeno em um modelo de regressão pode prejudicar a interpretação do modelo e reduzir drasticamente sua confiabilidade. A existência de multicolineariedade severa no modelo pode inflar os desvios-padrões e resultar em coeficientes estatisticamente insignificantes, mesmo que as variáveis sejam relevantes para explicar os efeitos marginais da variável dependente. Além disso, pode prejudicar a análise de sinais e o sentido do impacto na probabilidade da inadimplência. Sendo assim, o Gráfico 5 mostra a matriz de correlação entre as variáveis explicativas originais:

Gráfico 5 – Matriz de Correlação entre as variáveis explicativas



Fonte: Elaboração do autor.

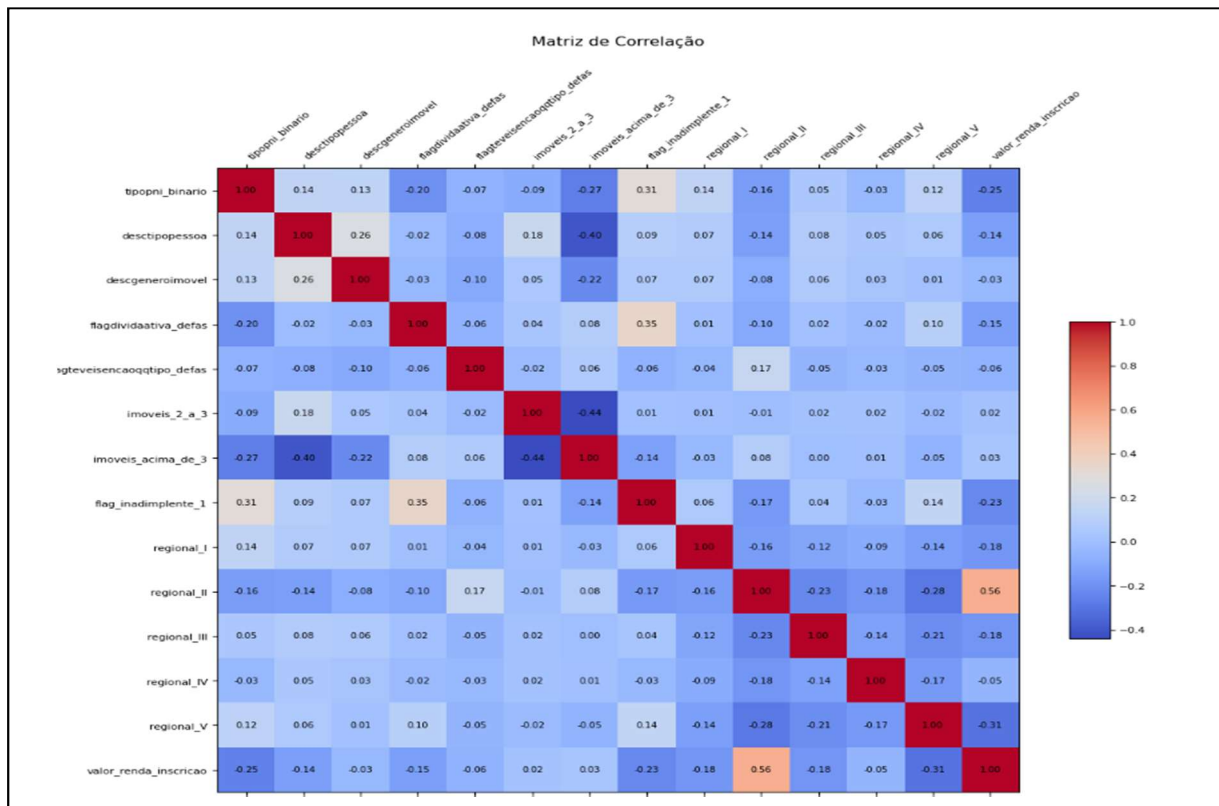
Da análise dos coeficientes da matriz de correlação do gráfico 5, pode-se extrair as seguintes interpretações:

- Moderada correlação entre as variáveis “imóveis_1”, imóveis_2_a_3” e “imóveis_acima_de_3”, coeficientes próximos a 0,5. Esse efeito é esperado, pois se trata de uma variável derivada de num_imóveis e são mutuamente excludentes;
- Forte correlação entre as variáveis “valor_impostodevido_log” e “ValorMercado_log”. Isso é esperado, já que o IPTU é proporcional ao valor de mercado do imóvel. Deve-se avaliar a possibilidade de exclusão do modelo de uma das variáveis, ou propor dois modelos, um com cada variável e verificar os efeitos marginais;
- Correlação moderada entre as variáveis “valor_impostodevido_log” e “ValorDaRenda”, coeficiente de 0,46. Fato demonstra que rendas mais altas estão associadas a pagamento de IPTU mais altos que, apesar de IPTU não ser estruturalmente um imposto progressivo por lei, existe uma certa progressividade implícita. Ou seja, imóveis de maior valores estão concentrados na mão de pessoas com maior renda.

Diante desses fatos, foi realizada a exclusão das variáveis “imóveis_1”, “valor_impostodevido_log” e “ValorMercado_log”, o que resultou na matriz de correlação

ilustrada no Gráfico 6:

Gráfico 6 – Matriz de Correlação após exclusão das variáveis



Fonte: Elaboração do autor.

A nova matriz mostra redução significativa das correlações, especialmente entre valor de imposto devido, valor de mercado e renda. Isso aumenta a robustez do modelo e reduz riscos de interpretações enviesadas.

Sendo assim, é necessário avaliar a inclusão simultânea no modelo das variáveis “valor_impostodevido_log”, “ValorDaRenda” e “ValorMercado_log” que aparentemente capturam efeitos econômicos similares, sugerindo a possibilidade de utilizar apenas a variável mais explicativa, no caso escolhido a variável renda. E as variáveis númeroDeImóveis_log, ValorDaRenda_log, ValorMercado_log, imoveis_2_a_3 possuem um alto potencial explicativo da inadimplência.

5.4. Estatísticas do modelo

Após tratamento e análise exploratória das variáveis, é necessário definir as variáveis que irão compor o modelo. Para isso, foi realizado um esforço em busca de identificar quais variáveis deveriam ser incluídas no modelo de acordo com a literatura e métodos estatísticos, conforme elucidado na Seção “Metodologia econométrica”.

Inicialmente, foi definido como variável dependente do modelo a inadimplência (considerando a data de vencimento do IPTU). Em seguida, buscou-se base na literatura para justificar a inclusão das variáveis no modelo. Em relação a variável “desctipopessoa”, ser pessoa física ou jurídica, diversos autores confirmam a sua influência na inadimplência. Marins e Neves (2012) no trabalho a “Inadimplência de crédito e ciclo econômico” analisam empiricamente a inadimplência de empresas tomadoras de crédito. Já Lopes et al (2017) estuda os fatores determinantes da inadimplência no mercado de crédito para pessoa física.

Em relação a variável “GêneroImóvel” Carvalho Jr (2018) estuda a composição do cadastro em 53 cidades por tipo de propriedade, bem como analisa o valor venal e valor do IPTU por tipo de propriedade, o que demonstra a relevância dessa variável.

Em relação as variáveis “ImpostoDevido”, “ValorMercado”, *imoveis_2_a_3*, *imoveis_acima_de_3*, *regional_I*, *regional_II*, *regional_III*, *regional_IV*, *regional_V*, o modelo de regressão logística construído por Silvia, Nelson e Kemara (2021) tem elas como variáveis explicativas no artigo publicado “Determinantes da inadimplência do IPTU em Santa Maria”. Apenas uma observação que a variável quantidade de imóveis e localização foram construídas de formas diferentes em vista da intenção de cada modelo. Em relação a quantidade de imóveis, a uma hipótese que quanto maior a quantidade de imóveis, menor a probabilidade de inadimplência, hipótese que se pretende demonstrar pelo modelo.

Ademais, em relação a variável de localização, Nunes (2024) estuda a distribuição da dívida ativa ajuizada de acordo com as antigas Regionais de 1 a 6, bem como Bernardes (2018) faz sua análise de inadimplência por Regionais.

Em relação a variável “ValorDaRenda” é vasta a literatura que associa a inadimplência a renda. Segundo Del Fiori (2023) o rendimento médio tem forte correlação negativa com a inadimplência. Para reforçar, de acordo com Carvalho Júnior (2006) em seu Ensaio “IPTU no Brasil: progressividade, arrecadação e aspectos extrafiscais” a a renda *per capita* municipal influencia positivamente o nível de arrecadação e o imposto compromete mais a renda de camadas mais pobres dos contribuintes. Sendo assim, de fundamental importância o estudo do impacto da renda sob a inadimplência.

Em relação a variável ‘EnvioDívidaAtiva’ e ‘HistóricoDívidaAtiva’ pode-se mencionar Nunes (2024) que estuda os determinantes da dívida ativa e seu impacto na arrecadação do IPTU do Município de Fortaleza.

Por fim, em relação as variáveis PagamentoCotaÚnica e HistóricoIsenção_defas, essas foram incluídas com base nas experiências profissionais de auditores da Secretaria de Finanças de Fortaleza que acreditam que haja as seguintes tendências:

- Pagamento em cota única diminua a probabilidade de inadimplência;
- Há existência de isenção, caso seja perdida, diminui a probabilidade de inadimplência.

Hipóteses que se pretende estudar através da inclusão dessas variáveis no modelo. Sendo assim, como variáveis explicativas do modelo ficaram as seguintes: desc_tipopessoa, GêneroImóvel, ImpostoDevido, EnvioDívidaAtiva, PagamentoCotaÚnica, ValorDaRenda, ValorMercado, HistóricoDívidaAtiva, HistóricoIsenção_defas, imoveis_2_a_3, imoveis_acima_de_3, regional_I, regional_II, regional_III, regional_IV, regional_V.

Com intuito de analisar os efeitos sobre o modelo das regionais, bem como estimar por exercício, foram propostos 4 (três) modelos econométricos. O 1º modelo sem as variáveis referente as Regionais; 2º modelo com a inclusão das variáveis Regionais; 3º, 4º e 5º modelo por exercício de 2022 a 2024.

A Tabela 6 apresenta os resultados do modelo de regressão logística binária sem considerar variáveis de localização.

Tabela 6 – Estimativas do Modelo sem considerar as Regionais

Pearson chi2	1.83e+06	Pseudo R-squ. (CS)		0.2987
Variável	Coefficiente	Erro	Odds Ratio	P-valor
Intercept	0.80174	0.00736	2.22941	0.00000
desc_tipopessoa	0.24298	0.00556	1.27504	0.00000
GêneroImóvel	0.13158	0.00400	1.14063	0.00000
EnvioDívidaAtiva	-0.93244	0.00458	0.39359	0.00000
PagamentoCotaÚnica	-1.55281	0.00412	0.21165	0.00000
ValorDaRenda	-0.05030	0.00044	0.95094	0.00000
HistóricoDívidaAtiva	1.90837	0.00686	6.74211	0.00000
HistóricoIsenção_defas	-0.09746	0.00890	0.90714	0.00000
imoveis_2_a_3	-0.06489	0.00513	0.93717	0.00000
imoveis acima de 3	-0.43335	0.00471	0.64834	0.00000

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Erro corresponde ao erro-padrão do coeficiente estimado. Odds Ratio indica a razão de chances associada a cada variável.

Inicialmente, percebe-se que todas as variáveis são altamente significativas estatisticamente em relação ao nível de inadimplência e a uma significância de 5%, com destaque para o histórico de dívida ativa, que aumenta em 6,7 vezes a chance de inadimplência. Por outro lado, o pagamento em cota única e a posse de múltiplos imóveis reduzem expressivamente essa probabilidade, confirmando hipóteses estabelecidas na literatura.

De acordo com Pseudo R-squared de Cox & Snell aproximadamente 30% da variância da inadimplência pode ser explicada pelas variáveis do modelo. Para fins de comparação entre modelos, modelo apenas com a variável explicativa 'Tipodepessoa' retornou um Pseudo R de 0,8%, demonstrando que o modelo tem uma alta capacidade explicativa da inadimplência. Outra estatística relevante é o teste Pearson chi-quadrado, que verifica a significância geral do modelo, teve como resultado o valor de 1.83×10^6 , ou seja, pelo menos um parâmetro é diferente de zero, então o modelo é significativo.

Analisando os coeficientes e odds ratio das variáveis, verifica-se que possuem um efeito de aumentar a probabilidade de inadimplência as seguintes variáveis: Tipodepessoa, GêneroImóvel e HistóricoDívidaAtiva. Conclui-se que ser pessoa física, ser imóvel residencial e inscrição em dívida ativa aumentam significativamente a chance de inadimplência. Dentre elas, a que aumenta consideravelmente a chance de inadimplência é a inscrição em dívida ativa, ou seja, pessoas com histórico de dívida ativa possuem **6,7 vezes mais chance** de inadimplir.

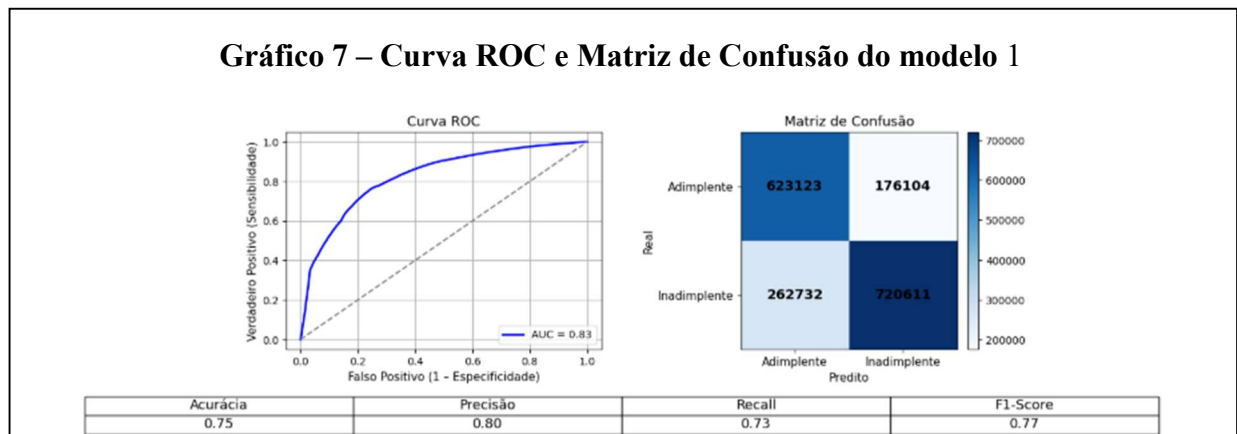
Por outro lado, as variáveis que tem efeito de diminuir a chance de inadimplência são: EnvioDívidaAtiva, PagamantoCotaÚnica, ValorDaRenda, $\text{np.log(ValorMercado, HistóricoIsenção_defas, imoveis_2_a_3 e imoveis_acima_de_3)}$. A PagamantoCotaÚnica e EnvioDívidaAtiva são os mais impactantes na redução da chance de inadimplir, ou seja, o pagamento em cota única representa a redução na chance de inadimplir no exercício seguinte em 78,8%, e a inexistência de envio de débito para PGM reduz em 60,65 a chance de inadimplir o IPTU.

Desta forma, conclui-se que a ausência de envio para inscrição em dívida ativa, o pagamento em cota única, aumento na renda, e a ter tido isenção no exercício anterior, estão associados a uma chance significativamente menor de inadimplência.

Outro ponto, que de posse dos coeficientes confirma-se, é a hipótese que quanto mais imóveis, menor a probabilidade de inadimplência. Comprova-se isso através dos coeficientes, onde a propriedade de 2 a 3, diminui em 0,0739 em relação a quem possui apenas 1 imóvel, e quem tem mais de 3 imóveis reduz em mais de 0,45, bem como do Odds Ratio que reduz de 6, 3 para 35,2% de inadimplência.

Bem como as hipóteses que pagamento em cota única e a existência de isenção (caso seja perdida) diminuem a probabilidade de inadimplência.

O Gráfico 7 apresenta a Curva ROC e a Matriz de Confusão referente ao modelo 1:



Fonte: Elaboração do autor.

Interpretando o gráfico, percebe-se que o modelo apresenta uma excelente capacidade de distinguir adimplentes e inadimplentes, com uma AUC (área sob a curva) de 83% e uma boa distancia da diagonal, o que demonstra que a uma boa separação entre as classes definidas. Em relação a matriz de confusão, o modelo apresenta métricas entre 70 e 80% o que é considerado aceitável pela literatura, bem como foi estabelecido um cutoff de 0,6 buscando diminuir a classificação de contribuintes adimplentes como inadimplentes e assim aumentando a precisão do modelo, para evitar o risco de aumento da inadimplência.

A tabela seguinte apresenta os resultados do modelo considerando os possíveis efeitos da localização, ou seja, as variáveis referentes as Regionais:

Tabela 7 – Estimativas do Modelo considerando as Regionais

Pearson chi2		1.83e+06	Pseudo R-squ. (CS)		0.2996
Variável	Coefficiente	Erro	Odds Ratio	P-valor	
Intercept	0.71056	0.00799	2.03512	0.00000	
Tipodepessoa	0.23177	0.00558	1.26082	0.00000	
GêneroImóvel	0.12222	0.00402	1.13000	0.00000	
EnvioDívidaAtiva	-0.92801	0.00458	0.39534	0.00000	
PagamentoCotaÚnica	-1.54991	0.00412	0.21227	0.00000	
ValorDaRenda	-0.03776	0.00056	0.96295	0.00000	
HistóricoDívidaAtiva	1.90167	0.00687	6.69707	0.00000	
HistóricoIsenção_defas	-0.02973	0.00922	0.97070	0.00127	
imoveis_2_a_3	-0.06177	0.00514	0.94010	0.00000	
imoveis_acima_de_3	-0.42766	0.00473	0.65203	0.00000	
regional_I	0.20221	0.00806	1.22410	0.00000	
regional_II	-0.06895	0.00563	0.93337	0.00000	
regional_III	0.09279	0.00614	1.09723	0.00000	
regional_IV	-0.03259	0.00678	0.96794	0.00000	
regional_V	0.18853	0.00594	1.20748	0.00000	

Fonte: Elaboração do autor.

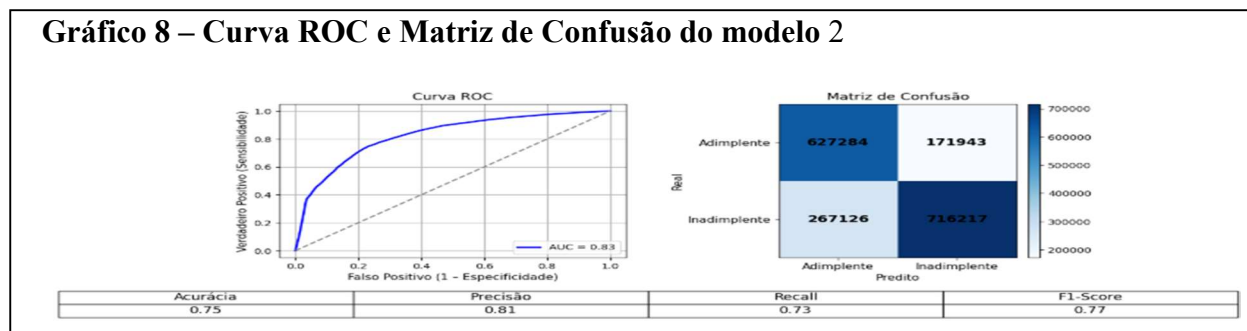
Nota: Erro corresponde ao erro-padrão do coeficiente estimado. Odds Ratio indica a razão de chances associada a cada variável.

Com a inclusão das variáveis referentes as Regionais, todas as variáveis permaneceram significantes estatisticamente P-Valor < 0,05. O Pseudo R² CS permaneceu em

30 %. O teste Pearson chi-quadrado, que verifica a significância geral do modelo, também permanece em 1.83×10^6 . Os impactos das variáveis explicativas na probabilidade de inadimplência também permanecem inalterados. Em continuidade, as Regionais II e IV reduzem a chance de inadimplência em comparação a Regional VI, enquanto as Regionais I, III e V aumentam a chance em comparação com a Regional VI.

Esses dados convergem com a hipótese definida pelo autor Bernandes (2018) que, a *contraiu sensu*, nas Regionais com imóveis de valor venal menor (I, III e V), a probabilidade de inadimplência tende a ser maior e nas Regionais com imóveis de valor venal maior (II e IV) a probabilidade de inadimplência tende a ser menor. Isso pode ser explicado pela presença de maior concentração de renda, como podemos extrair da análise da Matriz de Correlação (Gráficos 5 e 6) onde se percebe que, devido a interpretação do índice de +0,56 entre as variáveis Regional II e Valor de Renda, os imóveis na Regional 2 tendem a estar associados a indivíduos com maior renda.

Abaixo segue a Curva ROC e a Matriz de Confusão do modelo 2:



Fonte: Elaboração do autor.

Novamente, da interpretação percebe-se uma AUC excelente, acima de 0,80, com uma distância considerável da linha horizontal, o que demonstra uma alta capacidade de distinção do modelo. Em relação à Matriz de Confusão, métricas bastante similares ao do modelo 1, com um aumento de 0,01 na precisão do modelo.

Por fim, segue os modelos 3º, 4º e 5º que modelam os exercícios de 2022, 2023 e 2024. A Tabela 8 apresenta os resultados comparativos da regressão logística por exercício fiscal:

Tabela 8 – Estimativas comparativas de 2022, 2023 e 2024

Pearson chi2	2022	2023	2024	Pseudo R-squ. (CS)	2022	2023	2024
	6.01e+05	6.11e+05	6.10e+05		0.2829	0.2915	0.3457
Variável	Coeficiente			Odds Ratio	P-valor		

	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Intercept	0.4698	0.665	1.388	1.5996	1.9446	3.1229	0.0	0.0	0.0
GêneroImóvel	0.0887	0.0219	0.2766	1.0928	1.0221	1.3186	0.0	0.0015	0.0
Tipodepessoa	0.1821	0.2094	0.3034	1.1997	1.233	1.3544	0.0	0.0	0.0
PagamentoCotaÚnica	-1.5675	-1.6306	-1.5038	0.2086	0.1958	0.2223	0.0	0.0	0.0
ValorDaRenda	-0.0339	-0.0335	-0.0521	0.9667	0.967	0.9492	0.0	0.0	0.0
HistóricoDívidaAtiva	1.4992	1.9042	3.2115	4.4779	6.7138	2.48165	0.0	0.0	0.0
EnvioDívidaAtiva	-0.8259	-0.891	-1.1333	0.4378	0.4102	0.322	0.0	0.0	0.0
HistóricoIsenção_defas	-0.4876	-0.0179	0.0456	0.6141	0.9822	1.0467	0.0	0.299	0.001
imoveis_2_a_3	0.0243	-0.018	-0.2735	1.0246	0.9822	0.7607	0.005	0.039	0.0
imoveis_acima_de_3	-0.2868	-0.3549	-0.7504	0.7507	0.7012	0.4722	0.0	0.0	0.0
regional_I	0.3067	0.1376	0.1712	1.359	1.1475	1.1867	0.0	0.0	0.0
regional_II	0.0257	-0.1078	-0.0903	1.026	0.8978	0.9137	0.008	0.0	0.0
regional_III	0.1441	0.0865	0.039	1.155	1.0904	1.0397	0.0	0.0	0.000
regional_IV	0.0127	-0.0336	-0.0885	1.0128	0.9669	0.9153	0.273	0.003	0.0
regional_V	0.2653	0.0964	0.2067	1.3039	1.1012	1.2296	0.0	0.0	0.0

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Odds Ratio indica a razão de chances associada a cada variável.

Da análise comparativa das estatísticas e coeficientes dos exercícios de 2022 a 2024 observa-se consistência dos efeitos das principais variáveis ao longo dos três exercícios, reforçando a robustez do modelo. Pequenas variações nos coeficientes sugerem que fatores conjunturais influenciam a inadimplência, mas não alteram significativamente seus determinantes estruturais. Ademais, extrai-se as seguintes informações:

- Em relação ao Pseudo R-squared (Cox & Snell) houve um aumento consistente ao longo dos exercícios, confirmando que o exercício de 2024 possui o maior potencial explicativo, com poder de explicação de 35%;
- A estatística de Pearson chi2 também aumentou progressivamente, o que indica uma maior variabilidade nos resíduos, mais indica um melhor ajuste geral do modelo em 2024;
- Houve um aumento no intercepto, o que pode ser justificado por um aumento na probabilidade natural da inadimplência ao longo dos anos não explicada pelas variáveis preditoras;
- A variável que merece atenção é a “**HistóricoIsenção_defas**”. Curiosamente essa variável passou de um efeito negativo e significativo em 2022, para um efeito positivo e não significativo em 2024. Isso pode ser atribuído ao efeito “Taxa do lixo”, instituída pela Lei nº 11.323, de 21 de dezembro de 2022, pois muitos contribuintes de imóveis que possuíam isenção por valor venal perderam suas isenções por não pagamento da Taxa de Manejo de Resíduos Sólidos

Urbanos – TMRSU – uma das condições para isenção era regularidade tributária. Sendo assim, aparentemente esses contribuintes não regularizaram seus tributos até um desfecho para esse dilema, o que ocorreu em 2025, com o Programa de Regularização da TMRSU, através da lei nº 11.521 e do Decreto nº 16.198.

Por fim, pela análise dos modelos de regressão logística propostos ficou clara a influência sobre a inadimplência por ser imóvel residencial de propriedade de pessoa física, por não ter as restrições que uma pessoa jurídica teria decorrente de uma certidão positiva de débitos tributários, de não pagar em cota única, de possuir uma renda média per capita menor, de ter histórico em dívida ativa (maior efeito positivo identificado sobre a inadimplência), de ter perdido isenção no exercício anterior, , de possuir menor número de imóveis e de estar localizado nas Regionais I, III e V que concentram as menores rendas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve por propósito definir e estimar modelos econométricos de regressão logística em busca de definir os determinantes da inadimplência do IPTU no Município de Fortaleza, utilizando a base de dados do da SEFIN Fortaleza de 2022 a 2024.

Para alcançar esse objetivo, foi utilizada a metodologia econométrica de regressão logística binária, estimada a partir de dados cadastrais e financeiros de contribuintes e imóveis fornecidos pela Secretaria Municipal de Finanças de Fortaleza (SEFIN), contemplando os exercícios de 2022 a 2024. Essa estratégia permitiu modelar a probabilidade de inadimplência com base em variáveis socioeconômicas, cadastrais e territoriais, avaliando seu efeito individual e conjunto.

Os resultados apresentados pelos modelos demonstraram alta capacidade preditiva, com uma área sob a curva ROC superior a 0,8, coeficientes estatísticos significativos e Pseudo R^2 e teste Person chi-quadrado extremamente relevantes. Os achados são corroborados pela literatura existente, como Bernades (2020), Gering et al (2021) e Silvia Maria (2021) que destacaram a importância de fatores como localização, renda, uso do imóvel, histórico de inadimplência como fatores chaves para determinar a chance de inadimplência tributária.

Alguns dos determinantes que apresentaram influência significativa, destacam-se alguns:

- Histórico em dívida ativa: apresenta um impacto notório nas chances de inadimplência do contribuinte, com odds ratio acima de 6,7, como já elucidado por Nunes (2024) ao estudar o comportamento dos contribuintes de Fortaleza;
- Renda: apresentou uma relação inversamente proporcional com a variável dependente, corroborado pela literatura de Del Fiore (2023) que identificou forte correlação negativa entre renda e inadimplência;
- Localização: As Regionais I, III e V apresentam maiores chances de inadimplir em comparação com a Regional VI, confirmando que fatores socioespaciais influenciam significativamente na probabilidade de inadimplência, convergindo com os resultados obtidos no trabalho de Bernades (2020).

Além disso, ficou claro que a inclusão de variáveis baseadas nas experiências profissionais dos auditores fiscais - existência de isenção e envio para cobrança judicial – demonstram a importância da profissionalização e capacitação institucional na melhoria de conhecimento sobre análise de dados, econometria e outros conhecimentos de inteligência

artificial. Vale acrescentar, que autores como Fávero (2017) e Gujarati (2011) já demonstrava a importância da utilização de modelos logístico permitem, além de identificar determinantes significativos, mensurar efeitos marginais de variáveis categóricas sobre a probabilidade de ocorrência de um evento de interesse.

Como contribuição aplicada este trabalho pode servir de base para elaboração de modelos de **rating de risco fiscal** de contribuintes, com a finalidade de direcionar ações de cobrança fiscal, aumentando a eficiência administrativa de cobrança, evitando efeitos negativos como desgaste e influência negativa em cobrança de contribuintes adimplentes, adoção de estratégias de priorização de grupos com maior chance de inadimplência, dentre outras estratégias. Essas ações estão alinhadas com as recomendações do FMI (2018), bem como com a OCDE (2015) que destacam a necessidade de utilização de dados e inteligência artificial para fortalecer a arrecadação de tributos de natureza imobiliários.

Do ponto de vista acadêmico, esse trabalho contribuiu para o avanço na literatura nacional ao propor um modelo preditivo, com base em dados reais e de alta granularidade e foco na utilização prática dos resultados. A análise temporal ainda permitiu observar a evolução da sensibilidade do modelo ao longo do tempo, com aumento do poder explicativo.

Como limitações, destaca-se ausência de variáveis comportamentais, como percepção de justiça fiscal, satisfação do cidadão, accountability, bem como a não inclusão de análise de impacto de políticas de regularização fiscal ou mudanças legislativas exógenas.

Dessa forma, sugere-se para pesquisadores futuros:

- Utilização de modelos de inteligência artificial, como XGBoost e Random Forest para fins de comparação de performance;
- Cruzamento de dados com outras bases públicas, como CADÚNICO;
- Inclusão de variáveis que permitam mensurar impacto de políticas de regularização fiscal;
- Ampliar o escopo do estudo para realizar uma análise a nível nacional com dados padronizados.

Conclui-se, portanto, que o modelo proposto e os resultados obtidos representam um avanço promissor e aplicável para subsidiar ações estratégicas pela Gestão Tributária, contribuindo para sustentabilidade fiscal e promoção de equidade e justiça arrecadatória.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, J. F. F. **Modelando a inadimplência do IPTU no Município de Fortaleza**. 2020. 42 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.
- BRITO, R. M. **Um estudo sobre as causas da inadimplência dos contribuintes do IPTU na Prefeitura Municipal de Manaus/AM**. 2002. [S. p.] Dissertação (Mestrado em [Área não especificada]) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- CARVALHO JUNIOR, P. H. B. de. **Panorama do IPTU: um retrato da administração tributária em 53 cidades selecionadas**. Brasília: IPEA, 2018. (Texto para Discussão, n. 2419).
- CARVALHO JÚNIOR, P. H. B. de. **IPTU no Brasil: progressividade, arrecadação e aspectos extrafiscais**. Brasília, DF: IPEA, 2006. (Texto para Discussão, n. 1251).
- DEL FIORI, D. et al. IPTU em Manaus: a relação entre renda e inadimplência e renda e arrecadação. **Revista de Finanças Públicas e Política Fiscal**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–25, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.26694/2764-1392.4908>. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.26694/2764-1392.4908>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- FMI. **Enhancing the effectiveness of property taxation in emerging economies**. Washington, D. C., 2018.
- GERING, S. M. P.; PINTO, N. G. M.; VIEIRA, K. M. Determinantes da inadimplência do IPTU no município de Santa Maria/RS. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 51, p. 207–229, 2020.
- GUJARATI, D. N. **Princípios de econometria**. 4. ed. São Paulo: AMGH, 2011.
- LOPES, M. G. et al. Análise dos indicadores de inadimplência nas linhas de crédito para pessoa física: um estudo utilizando modelo de regressão logística. **Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, 2017.
- MARINS, J. T. M.; NEVES, M. B. E. **Inadimplência de crédito e ciclo econômico no Brasil**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2012. (Texto para Discussão, n. 304). Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/TD304.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- NEVES, F. R.; MARINS, M. D. M. O. Modelagem da probabilidade de inadimplência com uso de regressão logística: uma aplicação em operações de crédito para pessoa jurídica. **Informação em Revista**, Teresina, v. 17, n. 2, p. 1–15, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/4908/4217>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NORREGAARD, J. **Taxing immovable property: revenue potential and implementation challenges**. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2013. (IMF Working Paper, WP/13/129).

NUNES, M. C. C. **Análise do perfil da dívida ativa tributária na cidade de Fortaleza: aspectos geográficos e econômicos**. 2024. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Economia Profissional, Fortaleza, 2024.

OCDE. **Revenue statistics in Latin America and the Caribbean**. Paris: OECD Publishing, 2015.

RAO, M. G.; BIRD, R. M. **Coping with change: the need to restructure urban governance and finance in India**. Toronto: University of Toronto, Institute on Municipal Finance and Governance, 2011. (IMFG Papers, 4).

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **World cities report 2016: urbanization and development – emerging futures**. Nairobi: UN-Habitat, 2016. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/WCR-2016-WEB.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

FREIRE, Kyanne Kamylla Costa; XAVIER JÚNIOR, Antonio Erivando. **Estudo sobre o impacto da atualização do cadastro imobiliário no percentual de inadimplência e arrecadação do IPTU da cidade de Fortaleza/CE**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

CUPERTINO, Sheila Arcanjo. **Avaliação da arrecadação do Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana no município de Viçosa – MG**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Administração) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

GERING, Silvia Maria Parmeggiani; PINTO, Nelson Guilherme Machado; VIEIRA, Kelmara Mendes. **Da inadimplência à oportunidade de inovação: o potencial do IPTU Verde para a reforma tributária e a transformação sustentável das cidades**. Revista Foco, v. 18, n. 8, 2025.

LIMA, Paulo Luis Martins de. **Uma análise do risco de inadimplência por segmentos do setor de serviços de Fortaleza**. 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia do Setor Público) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ALMEIDA, Jaqueline; NEVES, Myrian. **Inadimplência de crédito e ciclo econômico**. 2013.

LOPES, M. G.; et al. **Análise dos indicadores de inadimplência nas linhas de crédito para pessoa física: um estudo utilizando modelo de regressão logística.** Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n. 46, p. 75–90, jul./dez. 2017.

OLIVEIRA, J. M. de; Rezende, G. C..**criminalização da inadimplência tributária: impactos e desdobramentos.** Migalhas – Migalhas de Peso, 22 jun. 2020.

GERING, Silvia Maria Parmeggiani; PINTO, Nelson Guilherme Machado; VIEIRA, Kelmara Mendes. **Causas e consequências da inadimplência: uma análise sob diferentes dimensões.** Revista de Administração de Roraima – UFRR, v. 11, 2021.