

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Daniel Vitor Tartari Garruti

**Previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais: um olhar especial
para o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**

**UBERLÂNDIA-MG
2023**

Daniel Vitor Tartari Garruti

**Previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais: um olhar especial
para o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGAdm) da Faculdade de Gestão e Negócios (FAGEN) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Linha de pesquisa: Sociedade, Desenvolvimento e Regionalidade.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Luiz de Moraes Barboza

**UBERLÂNDIA-MG
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G243p
2023

Garruti, Daniel Vitor Tartari, 1998-
Previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais [recurso eletrônico] : um olhar especial para o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba / Daniel Vitor Tartari Garruti. - 2023.

Orientador: Flávio Luiz de Moraes Barboza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Administração.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.7006>
Inclui bibliografia.

1. Administração. I. Barboza, Flávio Luiz de Moraes, 1980-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Administração. III. Título.

CDU: 658

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 5M, Sala 109 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4525 - www.fagen.ufu.br - ppgaadm@fagen.ufu.br

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Administração				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGA - Número 260				
Data:	03 de fevereiro de 2023	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:00
Matrícula do Discente:	12112ADM002				
Nome do Discente:	Daniel Vitor Tartari Garruti				
Título do Trabalho:	Previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais: um olhar especial para o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba				
Área de concentração:	Regionalidade e Gestão				
Linha de pesquisa:	Sociedade, Desenvolvimento e Regionalidade				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se virtualmente por webconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Administração, assim composta: Professores Doutores: Ricardo Rocha de Azevedo (PPGCC/UFU), Josedilton Alves Diniz (PPGCC/UFPB) e Flávio Luiz de Moraes Barboza orientador do candidato. Ressalta-se que todos os membros da banca e o aluno participaram remotamente por webconferência.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, o Prof. Dr. Flávio Luiz de Moraes Barboza, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Luiz de Moraes Barboza, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2023, às 16:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Rocha de Azevedo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2023, às 16:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Josedilton Alves Diniz, Usuário Externo**, em 06/02/2023, às 11:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4175106** e o código CRC **FDD54130**.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, diante de minha crença religiosa, gostaria de agradecer a Deus por me dar a oportunidade da vida, assim como a força e a sabedoria para lidar com os desafios referentes a esta caminhada.

Quanto às pessoas, são muitos os que me ajudaram a chegar até aqui. No entanto, os principais são meu pai e minha mãe, por sempre me apoiarem e auxiliarem no que precisei. Estes foram, desde sempre, os meus maiores super-heróis e incentivadores. Agradeço, também, ao meu irmão, que nunca mediu esforços para me ajudar.

Agradeço de maneira geral a todos os membros do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGAdm) da Faculdade de Gestão e Negócios (FAGEN), os professores e professoras das disciplinas e aos colegas que compartilharam saberes e momentos.

Agradeço em especial o meu orientador Prof. Dr. Flávio Luiz de Moraes Barboza, ao qual devo minha eterna gratidão, uma vez que ele fez o convite para que eu ingressasse neste Programa e me acompanhou de perto durante todo o processo, sempre sendo muito solícito, até mesmo nos momentos em que enfrentei grandes dificuldades.

Sou grato aos membros da banca que disponibilizaram seu tempo e conhecimento neste trabalho. Trouxeram pontos importantes na qualificação, além de responderem e-mails e até mesmo participar de reuniões para dúvidas.

Gostaria de agradecer também a todos os meus amigos e familiares, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram. Sem dúvidas, tenho um carinho especial por cada um.

Não poderia me esquecer do excelente profissional e psiquiatra Fuad Baida Marina Neto, que diante de um momento de desespero no início desta caminhada não deixou que eu abandonasse o curso e me acompanhou até o final, com os melhores conselhos.

Por fim, deixo um agradecimento especial a todos aqueles que compartilharam materiais e conhecimento durante esta caminhada, em vários cursos, congressos e correções, sendo isto de extrema importância para o desenvolvimento de uma dissertação.

RESUMO

Durante períodos de dificuldades financeiras os Governos Locais tendem a sofrer impactos. Diante disso, comunidades dos Estados Unidos da América e a academia começaram a se interessar pelo assunto no século passado, desenvolvendo a Condição Financeira Governamental. No Brasil, o tema ainda é recente e começou a ser debatido após as dificuldades enfrentadas no ano de 2016 e nos anos anteriores, como o PIB negativo. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho adaptar o modelo de Trussel e Patrick (2018) para a previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais, utilizando *Random Forest*, de modo a verificar potenciais regionais das Mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba diante das demais que se diferenciem nos resultados. Para isso, consideraram-se trabalhos brasileiros, assim como os fatores de Groves et al. (1981). Este é o primeiro trabalho que realiza tal previsão em municípios deste país, assim como a utilização da Inteligência Artificial em trabalhos sobre o tema no âmbito nacional. De maneira geral, a média de acertos do modelo foi de 64%, sendo melhor para prever o problema em períodos sem a influência da Pandemia de Covid-19, e quando houve influência desta crise sanitária nos dados, obtiveram-se resultados diferentes, melhorando a previsão de não estresse fiscal e piorando a de estresse. Nota-se, ainda, que os fatores ambientais e organizacionais apresentaram baixa importância, assim como as mesorregiões analisadas. As variáveis mais importantes são relativas à liquidez e o caixa por dívidas foi o aspecto que mais variou nos dois períodos analisados. Tais resultados apresentaram algumas melhorias em relação a trabalhos anteriores, no entanto, obtiveram-se baixos resultados da área abaixo da curva *Receiver Operating Characteristic*. Além disso, foi possível corroborar alguns autores e contradizer outros.

Palavras-chave: Condição Financeira Governamental; Revisão Sistemática; ProkNow-C; Inteligência Artificial; Condição Fiscal.

ABSTRACT

During periods of financial difficulties, Local Governments tend to suffer impacts. In view of this, groups in the United States of America and the academy began to be interested in the subject in the last century, developing the Government Financial Condition. In Brazil, the topic is still recent and began to be debated after the difficulties faced in 2016 and in previous years, such as the negative GDP. Given this scenario, the objective of this paper is to adapt the model by Trussel & Patrick (2018) for predicting fiscal stress in municipalities in Minas Gerais, using Random Forest, in order to verify regional potentials of the Mesoregions of the Triângulo Mineiro (Mina's Triangle) and Alto Paranaíba (Paranaíba Highlands) compared to others that differ in results. For this, Brazilian studies were considered, as well as the factors by Groves et al. (1981). This is the first research that makes such a prediction in municipalities in this country, as well as the use of Artificial Intelligence in papers on the subject at the national level. In general, the average of correct answers for the model was 64%, being better to predict the problem in periods without the influence of the Covid-19 Pandemic, and when that data was influenced by this sanitary crisis, different results were obtained, improving the forecast of non-fiscal stress and worsening that of stress. It is also noted that the environmental and organizational factors showed low importance, as well as the analyzed mesoregions. The most important variables are related to liquidity and debt cash was the aspect that varied the most in the two analyzed periods. Such results showed some improvements in relation to previous paper, however, it obtained low results for the area under the Receiver Operating Characteristic curve. In addition, it was possible to corroborate some authors and contradict others.

Keywords: Government Financial Condition; Systematic Review; ProkNow-C; Artificial Intelligence; Fiscal Condition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores e categorias que afetam a Condição Financeira Governamental	
Erro! Indicador não definido.	28
Figura 2 – Resumo da metodologia ProkNow-C	30
Figura 3 – Principais países pesquisados	37
Figura 4 – Publicações do portfólio bibliográfico por período	38
Figura 5 – Resultado da previsão de 2016	73
Figura 6 – Resultado da previsão de 2017	73
Figura 7 – Resultado da previsão de 2018	74
Figura 8 – Resultado da previsão de 2019	74
Figura 9 – Resultado da previsão de 2020	75
Figura 10 – Importância das variáveis	76
Figura 11 – Curva ROC	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelo de Brown (1993)	26
Quadro 2 – Variáveis do modelo	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala de avaliação	26
Tabela 2 – Periódicos de destaque do portfólio bibliográfico	35
Tabela 3 – Relevância dos autores do portfólio bibliográfico	35
Tabela 4 – Principais palavras-chave do portfólio bibliográfico	36
Tabela 5 – Objetivo dos trabalhos	38
Tabela 6 – Métodos de pesquisa	39
Tabela 7 – Avaliação dos estudos presentes no portfólio quanto ao objetivo, metodologia utilizada e variáveis explicativas testadas para investigar a condição financeira de Governos Locais	41
Tabela 8 – Cálculo do IFGF	54
Tabela 9 – Classificação da gestão fiscal pelo IFGF	55
Tabela 10 – Indicadores do modelo CAPAG	56
Tabela 11 – Classificação do modelo CAPAG	56
Tabela 12 – Amostra da pesquisa em relação à variável dependente	57
Tabela 13 – Análise dos resultados para a condição fiscal	58
Tabela 14 – Resultados do modelo	68
Tabela 15 – Resultados do modelo após a retirada de baixas probabilidades	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviatura – Significado

AUC – Area Under the Curve

CAPAG – Capacidade de Pagamento

DCA – Declarações de Contas Anuais

FP – Falso Positivo

GASB – Governmental Accounting Standards Board

IFGF – Índice FIRJAN de Gestão Fiscal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IA – Inteligência Artificial

ProKnow-C – Knowledge Development Process Constructivist

LRF – Lei de Responsabilidade Fiscal

PIB – Produto Interno Bruto

RF – Random Forest

STN – Secretária do Tesouro Nacional

SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro

ROC – Receiver Operating Characteristics

VP – Verdadeiro Positivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	20
1.2 Objetivos Específicos	20
1.3 Justificativa	20
1.4 Estrutura da Dissertação	22
2 CONDIÇÃO FINANCEIRA DE GOVERNOS LOCAIS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA	23
Resumo do Artigo I	23
2.1 Introdução do Artigo I	23
2.2 Condição Financeira Governamental	24
2.3 Metodologia da Revisão	29
2.3.1 Procedimento Metodológico	29
2.3.2 Classificação e codificação	32
2.4 Resultados	34
2.4.1 Análise Bibliométrica	34
2.4.2 Análise Sistemática	38
2.5 Considerações Acerca da Revisão da Literatura	46
3 Previsão de estresse fiscal em municípios de minas gerais considerando a regionalidade	48
Resumo do Artigo II	48
3.1 Introdução do Artigo II	48
3.2 Condição Financeira Governamental no Brasil	50
3.3 Condição Fiscal	51
3.4 Metodologia do Modelo Adaptado	56
3.4.1 Variáveis	57
3.4.2 Inteligência Artificial	64
3.4.3 Análise dos resultados	65

3.5 Resultados	67
3.5.1 Área cinzenta.....	69
3.5.2 Importância das variáveis.....	75
3.5.3 Importância das variáveis durante os diferentes períodos	77
3.5.4 Curva ROC	78
4 CONCLUSÃO FINAL	81
APÊNDICES	90
Apêndice 1	90
Apêndice 2	92

1 INTRODUÇÃO

O assunto da Condição Financeira Governamental surgiu nos Estados Unidos da América no século XX diante de crises vivenciadas pelos Governos Locais (Clark, 1994). Principalmente durante a década de 1970, quando o assunto chamou a atenção da população e dos governantes, no entanto, a academia começou a se preocupar especialmente na década de 1990 (Lima & Diniz, 2016). A temática torna-se relevante, pois, segundo a definição do *Governmental Accounting Standards Board* (GASB, 1987), para um governo possuir boa saúde financeira é preciso manter a oferta dos serviços à população e as obrigações financeiras em dia.

Os trabalhos iniciais buscavam a construção do corpo teórico, como Groves et al. (1981). Os autores definiram três fatores de variáveis, os quais devem influenciar a Condição Financeira Governamental, sendo: financeiros, ambientais e organizacionais, os quais foram divididos ainda em 12 categorias: receitas, despesas, posição operacional, estrutura da dívida, passivos não financiados, planta de capital, políticas legislativas, indicadores locais, indicadores nacionais e/ou regionais, cultura política e choques exógenos. Ressalta-se, ainda, que a Condição Financeira Governamental é influenciada tanto por fatores internos quanto externos ao governo (Lima & Diniz, 2016).

Posteriormente, os trabalhos desenvolveram os modelos para a avaliação da referida condição. O teste de dez pontos de Brown utiliza dez variáveis pertencentes ao fator financeiro e às categorias de receitas, despesas, posição operacional e obrigações não financiadas. Diante disso, os Governos Locais são classificados em cinco grupos (Brown, 1993). Enquanto Hendrick (2004) desenvolveu quatro indicadores baseados na riqueza da comunidade, necessidade de gastos, estrutura fiscal e folga fiscal para a análise.

De acordo com a definição de autores brasileiros, para uma boa Condição Financeira Governamental devem-se considerar os pagamentos de responsabilidade do ente, assim como manter os serviços públicos, observando-se a qualidade exigida pela sociedade (Lima & Diniz, 2016). Enquanto a condição fiscal é parte da anterior, focando no resultado das finanças, ou seja, verificando se as receitas são suficientes para cobrir as despesas (Bowman & Calia, 1997).

A falta de recursos pode levar à queda de qualidade das atividades básicas que devem ser oferecidas (Honadle, 2003; McDonald & Larson, 2020). Logo, uma gestão apropriada dos recursos favorece a geração de emprego e renda, e, como consequência, diminui o risco de inadimplência do próprio governo (Bisogno et al., 2019; Navarro-Galera et al., 2017). Diante disso, ressalta-se a importância do equilíbrio entre receitas e despesas, sendo este o principal objetivo da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF, 2000).

Neste contexto, o *stress test* dos autores Bowman & Calia (1997) é uma das maneiras de verificar se é possível cobrir as despesas empenhadas pelos governos diante das receitas recebidas (Dantas Junior et al., 2019). Verificando-se a não possibilidade, pode-se considerar que a localidade passa por um momento de estresse fiscal (a verificação da possibilidade de cobrir as despesas empenhadas pelos governos diante das receitas recebidas), sendo possível verificar alguns trabalhos investigando o que pode influenciar em tal condição (Dantas Junior et al., 2019; Trussel & Patrick, 2018), assim como outros buscando prever de maneira antecipada este problema (Chen, 2021; Antulov-Fantulin et al., 2021).

Dada a conjuntura, Trussel e Patrick (2018) desenvolveram um modelo baseado em 21 variáveis, sendo a maioria variáveis financeiras, sendo capaz de classificar corretamente a probabilidade de estresse fiscal de até 99% dos governos locais dos Estados Unidos. Enquanto Chen (2021) realizou uma previsão para o estresse fiscal, tendo, aproximadamente, 85% de acerto utilizando técnicas de Inteligência Artificial (IA) como metodologia. Tais metodologias tem demonstrado resultados interessantes para os temas de finanças em geral (Lin, 2019).

A intervenção precoce sobre entes subnacionais é mais significativa do que após o estresse fiscal se tornar significativo (Chung & Williams, 2021). Segundo os autores, quando este processo é realizado antecipadamente, normalmente eles ainda não estão em um nível avançado do estresse fiscal, no entanto, quando se aguarda a confirmação, torna-se difícil reverter a situação pela piora da condição.

Apesar do exposto, observa-se que este assunto ainda é recente no Brasil e começou a ser debatido pela literatura após a obra de Lima e Diniz (2016), no contexto de baixo crescimento da economia dos anos de 2015 e 2016 (Dantas Junior et al., 2019). O período é caracterizado por uma crise política (Jucá & Fishlow, 2021), pontua-se então os momentos de turbulência na economia como um importante fator para a análise Condição Financeira Governamental.

Tendo em vista a preocupação mundial acerca do assunto, consta-se que no Brasil ela também existe, uma vez que, a partir do ano de 2017, a Secretaria do Tesouro Nacional (STN) começou a publicar uma visão integrada da dívida consolidada, de fácil acesso para a população, dos entes subnacionais e nacionais. A publicação é composta pela dívida mobiliária e contratual, precatórios vencidos e não pagos e outras pendências (TNT, 2022). Conforme o site da STN, no ano de 2021, a dívida de todos os estados brasileiros foi de aproximadamente 1 trilhão de reais, e apenas o estado de Minas Gerais obteve um montante igual a 154 bilhões de reais, ou seja, mais do que 15% da dívida total de todos os estados.

Além disso, a soma da dívida de todos os municípios de Minas Gerais foi de quase 14 bilhões. Na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, por exemplo, esta foi maior que 1 bilhão e meio, correspondendo a mais de 11% do total, possuindo menos de 8% do total das cidades e perdendo apenas para a Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.

Esta dissertação foi dividida em 2 artigos. O primeiro realiza uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura, buscando compreender a Condição Financeira Governamental, analisar possíveis lacunas na literatura e responder a duas perguntas de pesquisa. Para isso, utilizou-se a metodologia *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C), a qual realiza uma série de passos sequenciais, visando conseguir um conjunto de trabalhos sobre o tema com boa representatividade.

Diante das análises, constatou-se grande concentração de pesquisas no Estados Unidos e em relação aos continentes, a maioria ocorreu na Europa. Quanto às categorias dos indicadores, os mais pesquisados são: receitas, despesas, estrutura da dívida, cultura política, indicadores locais e posição operacional. No entanto, as categorias de choques exógenos, indicadores nacionais e/ou regionais e práticas de gestão também demonstraram importância diante das pesquisas recentes, logo, este resultado corroborou a definição de Groves e Valente (2003).

Cita-se ainda, por meio deste trabalho, o levantamento de nove lacunas de pesquisa, quando analisados os objetivos de pesquisa, as categorias dos indicadores e as metodologias utilizadas, a partir de uma revisão sistemática da literatura.

Não foram observados trabalhos brasileiros no portfólio bibliográfico, sendo necessário uma análise dos trabalhos publicados até o momento para a construção

do segundo artigo. Diante disso, notou-se a inexistência de artigos trabalhando a previsão de estresse fiscal em municípios do Brasil. Logo foi decidido trabalhar a lacuna 6, ou seja, previsão de estresse fiscal utilizando técnicas de IA analisando variáveis relativas à posição operacional, restrições intergovernamentais e choques exógenos.

Para este objetivo, o artigo 2 deste trabalho testa o modelo de Trussel e Patrick (2018) - pois o mesmo possui variáveis referentes a posição operacional e restrições intergovernamentais - com algumas adaptações ao contexto brasileiro e aos fatores organizacional e ambientais.

O modelo adaptado obteve resultados melhores para a previsão de estresse fiscal. No entanto, nos anos com impactos da crise sanitária nos dados, os resultados se modificaram. Ademais, as variáveis mais importantes do modelo são referentes à liquidez. Quanto aos fatores, nota-se uma baixa importância do ambiental e organizacional, se comparados ao financeiro.

Diante dessas realizações, este trabalho traz três contribuições importantes para a literatura da Condição Financeira Governamental. Primeiramente, as lacunas de pesquisas podem possibilitar trabalhos futuros interessantes para o tema, cita-se também a utilização de Inteligência Artificial nesta área, uma vez que até o momento este aspecto estava ausente em trabalhos brasileiros sobre o assunto, além de existirem poucos no âmbito internacional. A segunda refere-se à utilização da Inteligência Artificial para o tema no Brasil, e a terceira inovação trata-se da previsão de estresse fiscal em municípios brasileiros, ou seja, busca-se uma resposta antecipada para a ocorrência do problema.

Não obstante, uma implicação natural deste trabalho é a possibilidade de verificar antecipadamente o estresse fiscal, desta maneira, os governantes podem administrar melhor as finanças e realizar planejamentos para evitar este problema, assim como a população pode acompanhar e verificar a condição de seu município, evitando, assim, a possível queda na qualidade e/ou quantidade dos serviços essenciais.

Apesar de tais contribuições, citam-se como limitações do primeiro artigo a metodologia subjetiva para o levantamento do portfólio bibliográfico e o número de bases utilizadas para a construção deste. Para o segundo, cita-se o número da amostra, o período analisado e a confiança dos dados que foram coletados. Sendo assim, sugere-se para trabalhos futuros a construção de amostra de trabalhos a

partir de outras metodologias e/ou um maior número de bases de dados, além de realizar a pesquisa com todas as cidades brasileiras e a verificação de outras metodologias de Inteligência Artificial, um maior período de análise, assim como outras variáveis que podem ser importantes para tal pesquisa.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho inicialmente foi entender mais sobre o assunto e buscar lacunas de pesquisa no tema, realizando uma revisão sistemática e bibliográfica da literatura e o final é adaptar o modelo de Trussel e Patrick (2018), utilizando como metodologia o *Random Forest* – técnica de IA - para prever situações de estresse fiscal nos municípios de Minas Gerais, verificando se existe diferença entre os que pertencem à Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e as demais.

1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos pretende-se:

- 1) Encontrar lacunas de estudo;
- 2) Identificar as principais categorias e/ou fatores que podem impactar a condição fiscal dos municípios;
- 3) Adaptar o modelo de Trussel e Patrick (2018) para prever o estresse fiscal baseado nos dados de períodos anteriores por meio de técnicas de Inteligência Artificial;
- 4) Avaliar tais previsões usando métricas importantes da literatura para o modelo preditor; e,
- 5) Verificar se as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba impactam a previsão de estresse fiscal se comparadas às demais mesorregiões do estado.

1.3 Justificativa

Uma análise precoce e eficiente do que provoca o estresse fiscal desses governos deverá ajudá-los a elaborar um planejamento, evitando que desta maneira

os municípios sofram com as dívidas. Como consequência, será percebida uma melhora no nível de governança e, conseqüentemente, uma possível melhora no desenvolvimento local (Chen, 2021).

Robbins et al. (2016) verificaram que a pontuação de desempenho financeiro utilizada em sua pesquisa pode ajudar governos e cidadãos a identificar a situação por meio de uma maneira mais simples, enquanto o modelo de sistemas comparativos desenvolvido por Galariotis et al. (2016) possui resultados interessantes para a literatura acadêmica e para desenvolvedores de políticas públicas.

Torna-se notório ressaltar que o modelo deste trabalho foi adaptado de Trussel e Patrick (2018), trazendo adaptações pertinentes à literatura mundial e nacional, ressaltando-se que até o momento não foi verificado pelo autor deste estudo trabalhos no Brasil realizando previsão de estresse fiscal no país nem a utilização da Inteligência Artificial, desta maneira, torna-se evidente a contribuição desta dissertação com a literatura.

Além disso, este trabalho justifica-se na área de sociedade e desenvolvimento, pois os resultados podem ser interessantes a gestores, eleitores, políticos, usuários de serviços públicos (Buendía-Carrillo et al., 2020), ou seja, para a população de maneira geral. Assim, é possível que os indivíduos consigam avaliar e classificar o risco fiscal dos municípios (Trussel & Patrick, 2018). Evidenciando a probabilidade de ocorrência de endividamento, a população poderá cobrar justificativas dos responsáveis, assim como os mesmos poderão rever seus programas e investimentos.

Por fim, cita-se a importância para a regionalidade, além dos trabalhos que pesquisaram determinadas regiões específicas (McDonald & Larson, 2020; Spreen & Cheek, 2016; Trussel & Patrick, 2018), verificando-se que as características próprias de diferentes regiões afetaram o nível de autonomia financeira dos Governos Locais na Grécia (Psycharis et al., 2016). Além disso, Antulov-Fantulin et al. (2021) verificaram que na Itália existem indicadores referentes à região que são mais importantes do que dados financeiros para a previsão de estresse fiscal. Portanto, defende-se a necessidade de analisar o contexto da temática no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

1.4 Estrutura da Dissertação

Além do capítulo introdutório, este trabalho foi dividido em mais 3 capítulos, sendo dois artigos e as conclusões finais. O primeiro artigo busca encontrar lacunas no tema e responder às perguntas de pesquisa, dividido em cinco seções: a introdutória, para a contextualização do tema, seguida pela metodologia, para obter o portfólio bibliográfico, além das análises dos resultados e das conclusões. O segundo artigo possui o objetivo de adaptar o modelo de Trussel e Patrick (2018) para a previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais, contendo uma seção introdutória, contextualizando a Condição Financeira Governamental no Brasil, seguida da condição fiscal, sendo este o objetivo principal de análise. Posteriormente, segue-se para a metodologia, descrevendo-se como foi realizada a coleta de dados e análises, seguido dos resultados e conclusões acerca do modelo. Por fim é apresentado o último capítulo, o qual traz considerações gerais do trabalho.

2 CONDIÇÃO FINANCEIRA DE GOVERNOS LOCAIS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Resumo do Artigo I

Durante períodos de dificuldades financeiras, governos locais tendem a ser atingidos financeiramente podendo fazer com que a população sofra com serviços que devem ser oferecidos, como ocorreu na década de 1970 em municípios dos Estados Unidos e mais recentemente na crise internacional de 2008. Diante disso, surge a preocupação por uma boa gestão fiscal que possibilite menor impacto nos cidadãos locais. Este artigo tem como objetivo apresentar resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre a condição financeira de governos locais, indicando os principais fatores e tendências tratados pelas pesquisas. Adicionalmente, busca-se contribuir apresentando lacunas na literatura para estudos futuros sobre o assunto. Encontrou-se 9 possibilidades de estudos referentes a 3 objetivos, 4 metodologias e 9 fatores, sendo interessante usar também categorias que demonstraram importância nos trabalhos anteriores como os fatores receitas e despesas por exemplo. Verificou-se de forma abrangente que: (i) os principais fatores investigados estão ligados receitas, despesas, estrutura da dívida, cultura política, indicadores locais, posição operacional, práticas de gestão, indicadores nacionais e/ou regionais, por fim, choques exógenos; e, (ii) as principais metodologias aplicadas são regressões e dados em painel, acrescentado da Inteligência Artificial em estudos mais recentes.

Palavras-chave: Revisão bibliométrica e sistemática; Condição Financeira Governamental; ProKnow-C.

2.1 Introdução do Artigo I

A grande recessão de 1929 foi responsável por afetar Governos Locais nos Estados Unidos. Apesar disso, apenas na década de 1970, durante a crise de Nova York, o assunto começou a ganhar atenção da população e de gestores (Clark, 1994), uma vez que, diante de momentos turbulentos na economia, a gestão pública

pode sofrer dificuldades em manter até mesmo os serviços essenciais em funcionamento (McDonald & Larson, 2020).

Diante disso, o objetivo deste artigo é a realização de uma revisão bibliográfica e sistemática da literatura, buscando compreender a Condição Financeira Governamental, analisar possíveis lacunas na literatura e responder a duas perguntas de pesquisa, sendo elas: “Quais as principais tendências nas pesquisas sobre condição financeira de Governos Locais?” e “Quais os principais indicadores para a análise da condição financeira de Governos Locais?”. Para isso, utilizou-se a metodologia ProKnow-C, formando um portfólio bibliográfico com 50 artigos para análise.

Não houve grande concentração de autores ou periódicos, por outro lado, ocorreu grande concentração de pesquisas nos Estados Unidos, e em relação aos continentes, a maioria ocorreu na Europa, desta maneira, nota-se a predominância de pesquisas em locais desenvolvidos. Quanto às categorias dos indicadores, os mais pesquisados são: receitas, despesas, estrutura da dívida, cultura política, indicadores locais e posição operacional.

No entanto, as categorias de choques exógenos, indicadores nacionais e/ou regionais e práticas de gestão também demonstraram importância diante das pesquisas recentes, logo, este resultado corroborou a definição de Groves e Valente (2003). Cita-se ainda, por meio deste trabalho, o levantamento de nove lacunas de pesquisa, quando analisados os objetivos de pesquisa, as categorias dos indicadores e as metodologias utilizadas, a partir de uma revisão sistemática da literatura.

2.2 Condição Financeira Governamental

Diante da importância do tema e preocupações no século passado, a academia começa a se interessar pelo tema e a desenvolver a teoria da Condição Financeira Governamental. No entanto, apenas nos anos de 1990 o assunto recebe notória atenção dos pesquisadores (Lima & Diniz, 2016). Destacam-se, os estudos inicialmente começaram a construção do corpo teórico, como Clark (1977) e Groves et al. (1981), e, posteriormente visavam o desenvolvimento de modelos e indicadores, sendo alguns deles: Brown (1993), Groves e Valente (2003), Hendrick (2004) e Miller (2001).

Uma das maneiras mais tradicionais para definir a Condição Financeira Governamental foi desenvolvida pelo GASB (1987), na qual foi pontuado que um governo saudável financeiramente consegue manter a oferta de serviços necessários à população, assim como o cumprimento das obrigações financeiras, conforme são necessárias. Diante disso, esta avaliação não é tão simples como avaliar a condição financeira de uma empresa, sendo necessário verificar aspectos além do saldo de caixa, por exemplo.

Desta maneira, Hendrick (2004) baseou-se nas dimensões de riquezas da comunidade, necessidade de gastos, estrutura fiscal e folga fiscal para análise da condição financeira dos entes subnacionais, os quais são analisados com a utilização de quatro indicadores. O primeiro contém variáveis como renda *per capita*, receita de vendas *per capita* e média de idade, enquanto o segundo analisa receitas e despesas e o terceiro verifica as situações dos fundos e dívidas. Foi verificado pela autora que apesar de os índices serem relacionados, isso pode ocorrer de maneira indireta ou não linear, sendo necessário então medi-los separadamente.

Por outro lado, Brown (1993) desenvolveu um modelo de pontuação no qual as dez variáveis utilizadas são de cunho financeiro, podendo ser observadas no Quadro 1. Segundo Honadle e Lloyd-Jones (1998), isso foi importante para a verificação rápida e fácil da situação atual, sendo demonstrado por meio de projetos realizados em Governos Locais dos Estados Unidos, em especial para pequenas jurisdições rurais. Constata-se, ainda, segundo as autoras, a importância deste trabalho para a comparação entre entes subnacionais, colocando-os próximos de uma realidade comum para verificação dos resultados.

Quadro 1

Modelo de Brown (1993)

Indicador	Categorias	Fórmula
Receita <i>per capita</i>	Receita	$\frac{ReceitaTotal}{População}$
Representatividade da receita própria	Receita	$\frac{(ReceitaCorrente - TransferênciasCorrentes)}{ReceitaTotal}$
Participação das receitas de transferências	Receita	$\frac{TransferênciasCorrentes}{ReceitaTotal}$
Participação dos gastos operacionais	Despesa	$\frac{DespesaCorrente}{ReceitaTotal}$
Cobertura de despesas	Posição operacional	$\frac{DespesaTotal}{ReceitaTotal}$
Recursos para cobertura de queda de arrecadação	Posição operacional	$\frac{SuperávitFinanceiro}{ReceitaTotal}$
Recursos para cobertura de obrigações de Poupança Corrente	Posição operacional	$\frac{Disponibilidades}{ReceitaTotal}$
Comprometimento das receitas correntes com as obrigações de Poupança Corrente	Dívida	$\frac{ObrigaçõesCorrentes}{ObrigaçõesdePoupançaCorrente}$
Dívida <i>per capita</i>	Dívida	$\frac{ReceitaCorrenteLíquida}{DívidadaConsolidada}$
Comprometimento das receitas correntes com o endividamento	Obrigações não financiadas	$\frac{População}{DívidadaConsolidada}$ $\frac{ReceitaCorrenteLíquida}{ReceitaTotal}$

Fonte: Adaptado de Brown (1993), traduzido por Lima e Diniz (2016).

Desta maneira, são atribuídas pontuações a cada um dos indicadores conforme o quartil pertencente, variando de -1 e +2, somando-se no final e obtendo a pontuação geral para a classificação final, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1

Escala de avaliação

Pontuação Geral	Condição Financeira
10 ou mais	Entre as melhores
5 a 9	Melhor que a maioria
1 a 4	Na média
-4 a 0	Pior que a maioria
-5 ou menos	Entre as piores

Fonte: Adaptado de Brown (1993), traduzido por Lima e Diniz (2016).

O modelo trouxe resultados interessantes para a literatura (Honadle & Lloyd-Jones, 1998). Apesar disso, é preciso prudência, pois o modelo utiliza apenas variáveis financeiras, e de acordo com Lima e Diniz (2016), um governo não é obrigado a acumular riquezas. Além disso, as variáveis ambientais, em especial as relacionadas a especificidades locais, tendem a apresentar resultados interessantes,

conforme a literatura recente (Antulov-Fantulin et al., 2021; Psycharis et al., 2016). Por exemplo, áreas montanhosas na Grécia normalmente dependem mais das transferências de outros governos e as áreas mais urbanizadas apresentaram maior autonomia quanto às receitas (Psycharis et al., 2016).

Variáveis relacionadas à população também têm demonstrado sua importância para tais estudos. Cita-se o caso da população dependente, pois tende a necessitar mais dos programas assistenciais e não desempenha atividades remuneradas. Apesar de ser significativa para o risco de inadimplência nos estudos de Lara-Rubio et al. (2017) e Navarro-Galera et al. (2017), esta estava negativamente ligada ao problema, diferindo-se de resultados anteriores (Benito et al., 2010; Palumbo & Zaporowski, 2012).

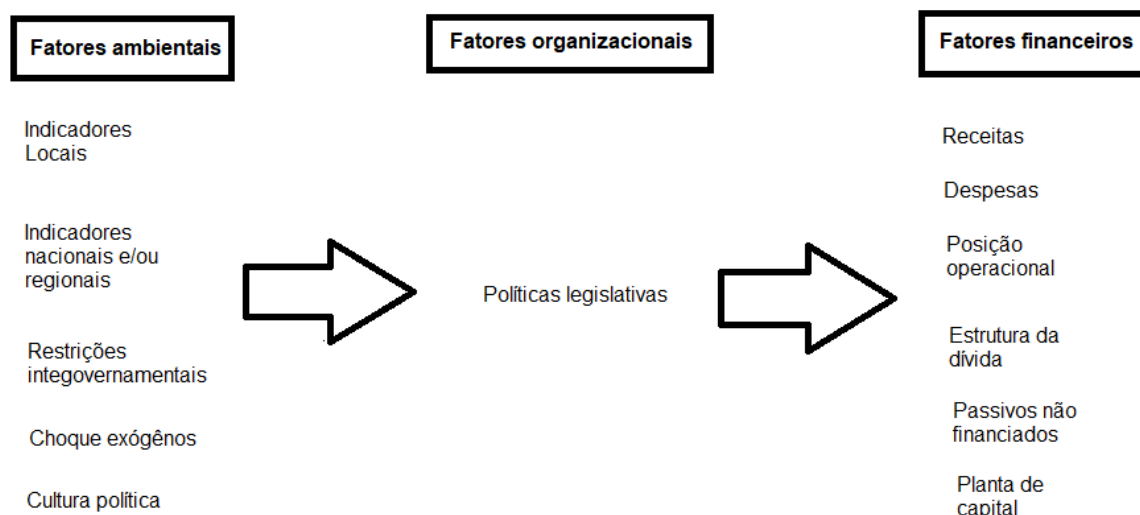
No entanto, apesar do tempo que os estudos começaram a se desenvolver, a Condição Financeira Governamental ainda está em desenvolvimento, sendo definida de diferentes maneiras e afetada por diferentes fatores, podendo ser interno e externo ao governo analisado (Lima & Diniz, 2016). Além disso, os estudos desta área têm aumentado nas últimas décadas. Entretanto, a literatura não tem convergido para um conjunto comum de indicadores (Iacuzzi, 2022).

O trabalho seminal de Groves et al. (1981) dividiu os indicadores em 12 categorias, pertencentes a três fatores. O fator ambiental contém as categorias de indicadores locais, nacionais e/ou regionais, restrições intergovernamentais, desastres naturais e emergências, e cultura política. O fator organizacional contém apenas a categoria referente a políticas e legislativas, e fator financeiro apresenta as categorias de receitas, despesas, posição operacional, estrutura da dívida, passivos não financiados e a condição da planta de capital, como pode ser observado na Figura 1.

Diante disso, as variáveis do fator ambiental tendem a impactar as financeiras, no entanto, as práticas gerenciais atuam de maneira a intervir nisto, ou seja, tais influências podem ser mitigadas ou ampliadas de acordo com as práticas legislativas (Groves & Valente, 2003). Logo, foi concluído pelos pesquisadores que os três fatores são determinantes para a análise da Condição Financeira Governamental.

Figura 1

Fatores e categorias que afetam a Condição Financeira Governamental



Fonte: Adaptado de Groves et al. (1981).

Por outro lado, Wang et al. (2007) verificaram, em um estudo realizado nos Estados Unidos, que a condição pode ser avaliada utilizando apenas indicadores do fator financeiro, no entanto, foi pontuado que os resultados variam, tendo diversos pontos a serem melhorados.

Groves e Valente (2003) dividem o fator financeiro em uma dimensão temporal de curto e longo prazo, dividindo-se em solvência de caixa, solvência orçamentária, solvência de longo prazo e solvência do nível de serviço. A primeira se refere à capacidade de o Governo Local gerar receitas para o cumprimento de suas obrigações financeiras de curto prazo (30 ou 60 dias), enquanto a segunda se refere à capacidade de atender o pagamento durante todo o período orçamentário, além de não deixar gerar dívidas. A terceira está relacionada com a realização de todas as despesas orçamentárias anuais planejadas e os possíveis gastos que deverão aparecer, porém, não foram previstos. A última está relacionada com a capacidade de manter os serviços essenciais à população, citando saúde, educação e bem-estar.

Diante disso, Miller (2001) define a Condição Financeira Governamental como o equilíbrio entre as receitas e despesas no curto e longo prazo, medida pela probabilidade de satisfazer suas obrigações, no entanto, é preciso ficar atento às demandas locais. Logo, populações com maiores necessidades de serviços podem

afetar diretamente esta condição, pois a pressão por gastos pode ser atendida no curto prazo para a satisfação dos contribuintes, porém afetada no decorrer do tempo.

Sendo assim, Groves e Valente (2003) definem este conceito como a capacidade de manter a qualidade dos serviços no curto e longo prazo, assim como resistir às pressões geradas pela população e aos momentos de turbulência na economia. Essa definição se justifica, pois a preocupação com este assunto surgiu diante da crise de 1970, e segundo Antulov-Fantulin et al. (2021), a temática ganhou ainda mais atenção diante das dificuldades apresentadas após os problemas gerados pelo *subprime*.

Nota-se diferentes conceitos para essa teoria, mas entende-se que o básico para classificar um ente subnacional como financeiramente saudável é a capacidade de manter os pagamentos em dia, assim como os serviços à população. Todavia, existem diversos pontos a serem analisados, consoante à comunidade, como a necessidade e cobrança de serviços, além dos períodos de crise, pois a preocupação com o tema surge e ressurgiu diante desses momentos.

Sendo assim, os estudos com o objetivo de medir a saúde financeira de Governos Locais, utilizando uma das definições de Condição Financeira Governamental, enfrentam duas barreiras principais na seleção dos indicadores: variáveis de fatores socioeconômicos e verificação se o governo está mantendo os serviços necessários para a população (Zafra-Gómez et al., 2009).

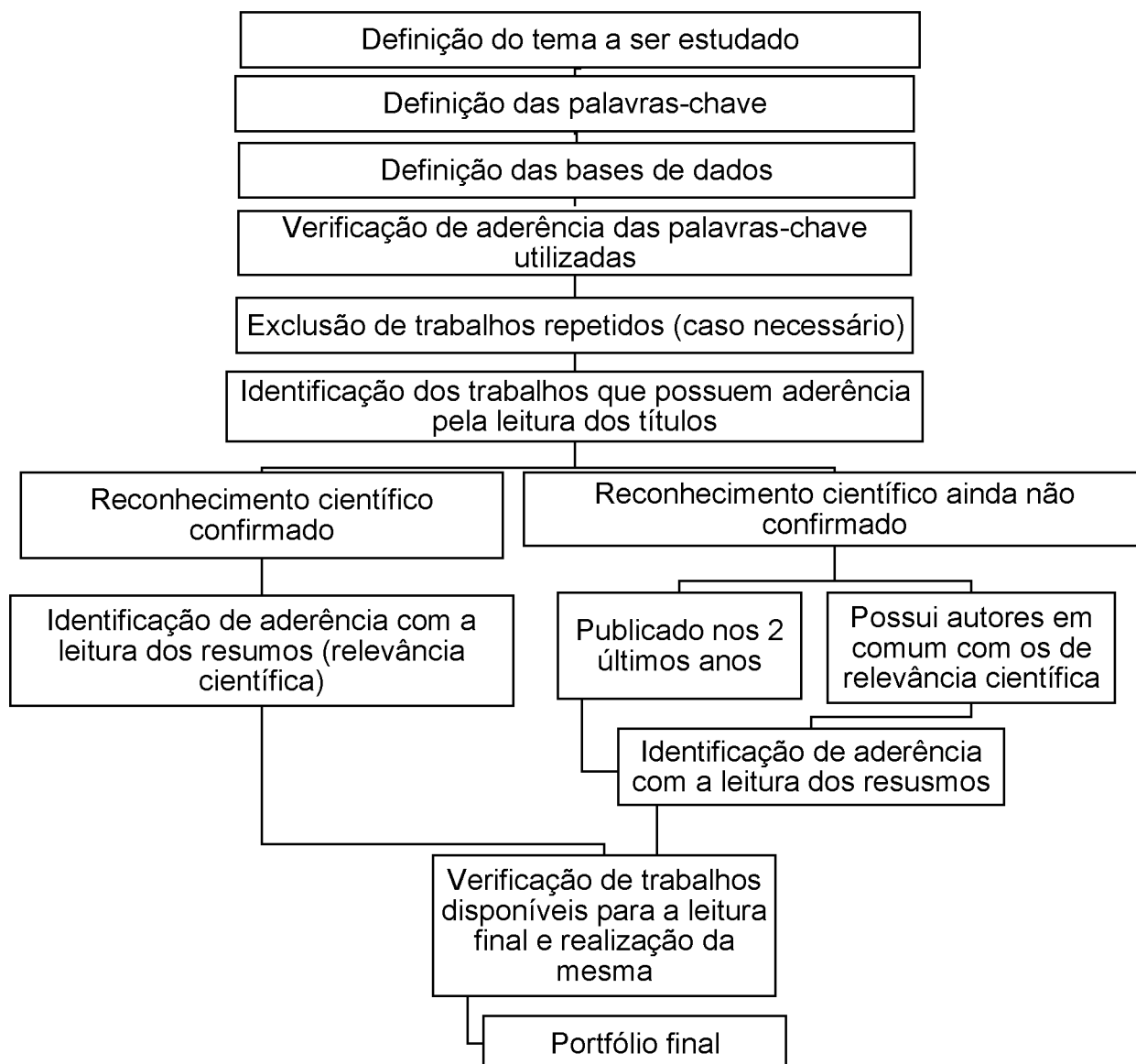
2.3 Metodologia da Revisão

2.3.1 Procedimento Metodológico

Para a realização da busca, coleta e seleção dos artigos a serem discutidos nesta revisão, utilizou-se o *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C). Esse é um método desenvolvido por Ensslin et al. (2010a), com o intuito de construir um conjunto de artigos (denominado portfólio bibliográfico) garantindo boa representatividade da literatura em determinado assunto. A Figura 2 resume como tal procedimento foi aplicado e em seguida é descrito o passo a passo com os resultados obtidos, sendo importante ressaltar que foram realizados conforme a metodologia utilizada.

Figura 2

Resumo da metodologia ProKnow-C



Fonte: adaptado de Ensslin et al. (2010a, 2010b).

Foram escolhidas duas bases de dados, primeiramente considerando a disponibilidade de acesso pelo Portal de periódicos da Capes, adequação ao tema de pesquisa e possibilidade de acesso às informações necessárias para a metodologia. Utilizou-se a *Scopus (Elsevier)* e a *Web of Science* – a segunda possui as bases *Derwent Innovations Index*, *KCI-Korean Journal Database*, *Russian Science Citation Index* e *SciELO Citation Index* em conjunto, a fim de buscar maior abrangência de pesquisa.

Diante do objetivo de realizar uma revisão de literatura sobre a condição financeira de Governos Locais, foi iniciada uma busca por artigos sobre o tema, a

fim de identificar palavras que poderiam ser utilizadas para a procura dos trabalhos. Após as leituras, foi decidido separar os conjuntos de palavras em dois: um buscando expressões para Governos Locais e o outro sobre situações econômicas dos entes subnacionais.

Dessa maneira, foram utilizados os seguintes conjuntos de palavras: (*“local government”* ou *“local indebtedness”* ou *“municipal government”* ou *“local finance”* ou *“county government”* ou *“solvent municipalities”* ou *“insolvent municipalities”* ou *“evaluate municipalities”* ou *“municipal”* ou *“municipalities”* ou *“municipal bankruptcy”*) e (*“financial health”* ou *“fiscal health”* ou *“financial ratios”* ou *“financial risk”* ou *“prediction models”* ou *“forecasting”* ou *“financial indicators”* ou *“credit risk”* ou *“bankruptcy risk”* ou *“fiscal autonomy”* ou *“economic stability”* ou *“economic instability”* ou *“public revenue”* ou *“fiscal sustainability”* ou *“fiscal unsustainability”* ou *“financial stress”* ou *“financial distress”* ou *“fiscal discipline”* ou *“financial risk model”* ou *“ratio analysis”*). Tais palavras foram pesquisadas em relação a todas as seções dos trabalhos procurados.

Iniciando-se a busca pelos trabalhos no dia 03 de fevereiro de 2022, foram obtidos inicialmente 785 trabalhos na *Web of Science* e 1179 na *Scopus*, no entanto decidiu-se excluir livros e capítulos de livros, deixando apenas artigos publicados em revistas ou congressos e revisões, além disso, optou-se apenas por trabalhos em inglês ou português, pois os principais trabalhos tendem a ser publicados no primeiro idioma e trabalhos brasileiros poderiam ajudar no desenvolvimento do segundo artigo. Após esse filtro inicial, restaram 560 e 1015 trabalhos, respectivamente, em relação aos periódicos pesquisados, somando então 1575 artigos no total.

Para a verificação de adequabilidade das palavras selecionadas, selecionaram-se dois artigos aleatoriamente para realizar a leitura e verificar se estavam de acordo com o objetivo almejado. Após o cumprimento desse requisito, realizou-se o processo de filtragem, a exclusão de artigos duplicados. Logo, foram excluídos 418 trabalhos, reduzindo-se a amostra para 1157.

A partir disso, seguiu-se para a leitura dos títulos dos artigos, na qual se selecionavam artigos com a possibilidade de responder às duas ou ao menos a uma das seguintes perguntas de pesquisa: “Quais as principais tendências nas pesquisas sobre condição financeira de Governos Locais?” e “Quais os principais indicadores para a análise da condição financeira de Governos Locais?”, sendo este passo

realizado com o intuito de diminuir a subjetividade da escolha dos trabalhos. Com isso, excluíram-se aqueles que não obtinham colaboração para respondê-las, sobrando 376 trabalhos.

Para a verificação de relevância científica, analisaram-se os artigos mais citados. Eles foram ordenados pela contagem do número de citações (do maior para o menor) e, em seguida, realizou-se a contagem acumulada, para escolher os que possuíam representatividade de 85% do total de citações, no entanto, esta porcentagem pode variar conforme o autor, porém é recomendado no mínimo o valor de 60%. Constituindo um grupo de 103 trabalhos para a leitura dos resumos, após a realização, 35 permaneceram no portfólio.

Para a verificação dos 264 trabalhos sem relevância científica, verificaram-se, primeiramente, aqueles publicados nos três últimos anos, ou seja, 2020, 2021 e 2022, pois a pesquisa foi realizada no primeiro mês de 2022 e a metodologia encaixa os trabalhos dos dois últimos anos neste grupo, obtendo, assim, 68 trabalhos pertencentes a este critério. Depois da leitura dos resumos, 18 estudos foram mantidos. Entre os que não foram publicados nesses anos, verificou-se os que possuíam autores em comum com os 35 do grupo de relevância científica. Apenas 8 se enquadravam nesse critério, mas somente 6 permaneceram após a leitura do resumo.

Constituindo-se uma base de 59 trabalhos após esses passos, passou-se, então, para a leitura completa deles, dos quais 9 foram descartados por não apresentarem respostas em relação ao menos uma das perguntas construídas para a análise deles ou por não estarem disponíveis para a leitura, constituindo-se uma amostra final de 50. O Apêndice 1 mostra os estudos presentes no portfólio bibliográfico final analisados neste artigo.

2.3.2 Classificação e codificação

Para a realização da análise sistemática, buscando encontrar possíveis respostas às perguntas de pesquisa, foram observados os objetivos de pesquisa, os métodos e a quais categorias pertencem as variáveis dos trabalhos selecionados.

Foram identificados quatro objetivos, sendo eles: (1) a avaliação da condição financeira, o que visa verificar quão saudável determinada localidade apresenta-se em determinado momento; (2) a probabilidade de estresse fiscal, no qual se

interessa realizar uma verificação ou alerta antecipado sobre possíveis momentos de dificuldades financeiras para a localidade estudada; (3) o nível de dívida, verifica quais são as obrigações de pagamento e se é possível realizá-las, assim como análise de crédito; e, (4) outros, os quais não foram possíveis encaixar em uma definição ou investigaram a autonomia financeira.

As metodologias foram organizadas em sete grupos. Os trabalhos que utilizaram as regressões buscaram associações entre as variáveis/fatores analisados, enquanto os dados em painel buscaram os mesmos objetivos, normalmente, no entanto, com uma visão temporal, ao invés de espacial. A Inteligência Artificial busca ranquear as principais variáveis e foi mais utilizada para a probabilidade de estresse fiscal, enquanto os sistemas comparativos realizam a confrontação entre os dados da amostra. Na análise de multicritério, são verificadas diversas alternativas para a resolução do problema, e a análise discriminante foi utilizada para classificar os objetos de estudo, assim como para discriminá-los. Por fim, a metodologia outros foram aqueles que não obtiveram uma classificação dentre os tipos mencionados.

As variáveis foram divididas em categorias. Diante dos 50 trabalhos, a divisão mais abrangente foi a de Groves et al. (1981), sendo este um trabalho seminal, e o segundo artigo com mais citações no conjunto encontrado. Nesse escopo, decidiu-se por 12 categorias, assim como os itens pertencentes a cada uma.

A categoria receitas contém todos os itens ligados aos aspectos que podem gerar faturamento para o governo, assim como crescimento, flexibilidade e diversidade. Nesse sentido, o mesmo ocorre para a categoria de despesas, contendo os mesmos itens, porém constituindo-se das obrigações locais.

A posição operacional está ligada aos resultados operacionais, como fundos, reservas e liquidez. Já na estrutura da dívida, há variáveis referentes às dívidas de curto e longo prazo.

Na categoria passivo não financiados, listam-se pensões a serem pagas para funcionários, enquanto os gastos referentes à depreciação de ativos, inventários e cronogramas de manutenções e/ou substituições estão na planta de capital.

Os indicadores locais possuem itens referentes à população, taxa de emprego, renda e atividade comercial. Já os nacionais e/ou regionais possuem também a taxa de emprego, inflação e marcas regionais no geral.

As restrições intergovernamentais são uma categoria relacionada a questões de dificuldades ligadas aos mandatos federais/estaduais, transferências e leis.

Na categoria de culturas políticas, foram classificadas as políticas locais, com itens de autonomia fiscal, impostos locais e processos políticos e, nas políticas legislativas, as práticas de gestão local.

Além dessas categorias, a relacionada aos choques exógenos, envolvendo eventos naturais ligados a situações que podem provocar perdas, como enchentes, vulcões, incêndios e abalos sísmicos, foi modificada, acrescentando-se períodos de crises, como a crise imobiliária de 2008 e crise sanitária iniciada em 2020. Além disso, adicionou-se a categoria outros, composta por aqueles que não se encaixaram nessas definições.

Da posse de todas as classificações, realizou-se a contagem de ocorrência de cada um destes agrupamentos. Com isso, foi feita uma análise acerca da quantidade de trabalhos em torno dos objetivos, métodos e indicadores de forma simultânea, para, dessa forma, sugerir algumas lacunas de pesquisa.

2.4 Resultados

2.4.1 Análise Bibliométrica

Esta análise tem como objetivo a realização de uma pesquisa quantitativa para elencar algumas características básicas dos estudos em investigação (Ensslin et al., 2010b), que auxiliam os interessados a perceber pontos importantes, tais como autores renomados, artigos seminais e periódicos proeminentes.

Avaliando-se o número de publicações por periódicos e autores, não houve grande concentração em algum aspecto específico. Ademais, as Tabelas 2 e 3 demonstram como os estudos estão razoavelmente distribuídos: são 37 periódicos e 35 autores que possuem apenas uma publicação.

Tabela 2*Periódicos de destaque do portfólio bibliográfico*

Título do Periódico	Publicações
<i>Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management</i> <i>Local Government Studies</i>	3
<i>Administration</i> <i>European Journal of Operational Research</i> <i>Public Budgeting & Finance</i>	2

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 3*Relevância dos autores do portfólio bibliográfico*

Autores (as)	Publicações
Buendia-Carrillo, D. Cuadrado-Ballesteros, B. Lara-Rubio, J. McNena, S. Navarro-Galera, A. Turley, G.	3
Bisogno, M. Cohen, S. Doumpos, M. Jones, S. Kluza, K. Patrick, P. A. Rayo-Cantón, S. Robbins, G. Spreen, T. L. Trussel, J. M. Walker, R. G. Zopounidis, C.	2

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando-se os principais grupos de palavras-chave na Tabela 4, é possível observar algumas se apresentaram mais de uma vez. Isso pode auxiliar em trabalhos futuros que irão buscar por este tema em revisões. No entanto, palavras como *Greece* e *Ireland*, as quais apareceram mais de uma vez, denominam certa localidade específica, podendo não ser interessante no grupo de palavras a ser buscado inicialmente. Quanto à primeira localidade citada por Cohen et al. (2012) e Psycharis et al. (2016), não foi verificada nenhuma possível razão para isso, enquanto a segunda foi citada por Turley et al. (2020) e Turley et al. (2015), possuindo dois autores em comum. Com isso, evidencia-se uma possível preferência dos autores pela citação do local pesquisado nas palavras-chave.

Tabela 4*Principais palavras-chave do portfólio bibliográfico*

Palavras-chave	Quantidade
<i>Local governments</i>	10
<i>Financial condition; Local government</i>	8
<i>Financial health; Financial indicators</i>	5
<i>Benchmarking; Financial distress; Fiscal sustainability; Municipalities</i>	4
<i>Financial performance; Fiscal health; Performance measurement; Public sector</i>	3
<i>DEA method; Default risk; Financial ratios; Financial sustainability; Fiscal stress; Greece; Ireland; Local councils; Multiple criteria analysis; Panel cointegration; Public finance; Unsystematic risk</i>	2

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação ao número de pesquisas por país, existe uma prevalência dos Estados Unidos, pois apresentaram o maior número de pesquisas em seu território, sendo 14 no total, seguido pela Espanha com 7, Itália com 6, Irlanda e República Checa com 3, África do Sul, Austrália e Grécia com 2 e os demais (Áustria, Bulgária, China, França, Inglaterra, País de Gales, Japão, México e Suíça) com apenas 1. Quando se analisa por continente, foi verificado uma predominância da Europa, possuindo 29 pesquisas, os continentes da África, Ásia e Austrália apresentaram duas pesquisas cada e a América do Norte, 15, podendo ser observado na Figura 3. Logo, os mercados desenvolvidos possuem maior preocupação com tal assunto, porém isto pode estar relacionado aos investimentos em ciência, sendo historicamente maiores nesses contextos.

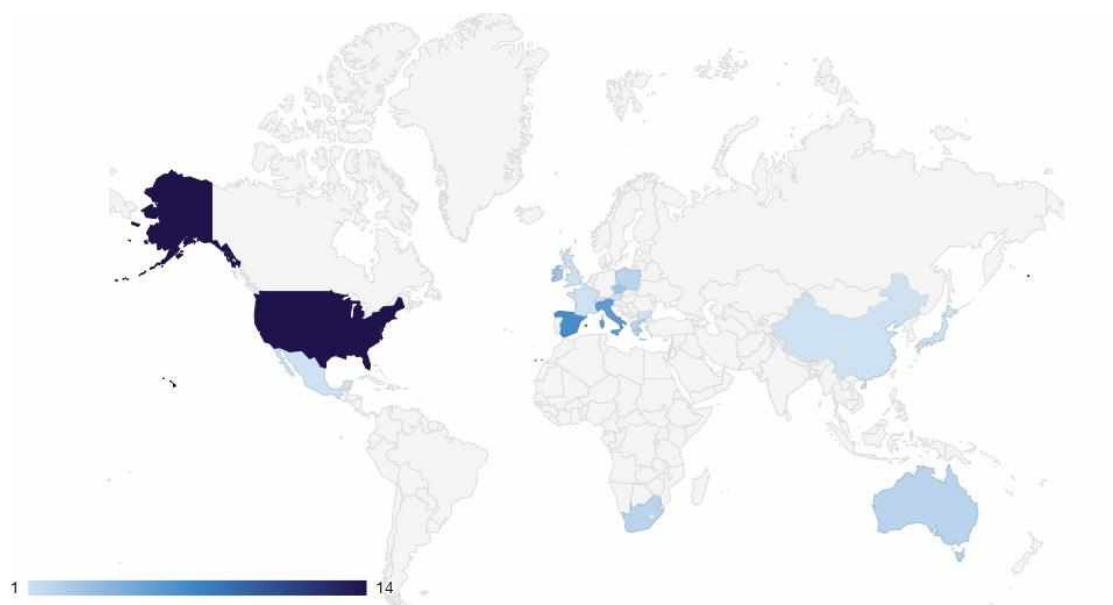
Grande parte dos trabalhos que pesquisaram a condição financeira de Governos Locais nos Estados Unidos trouxeram regiões específicas do país para a análise, como Minnesota (Honadle & Lloyd-Jones, 1998), região de Chicago (Hendrick, 2004), Michigan (Crosby & Robbins, 2013; Leiser et al., 2021), comparação entre Michigan e estados vizinhos (Spreen & Cheek, 2016), Carolina do Norte (Gerrish & Spreen, 2017; Trussel & Patrick, 2018), Pensilvânia (Trussel & Patrick, 2018) e Nova York (Chung & Williams, 2021). Apesar de ocorrer com menos frequência, pesquisadores de outros países também fizeram isso, como na Itália, onde foi pesquisada a Província de Turim (Turati et al., 2012), ou a região da Morávia-Silésia, na República Checa (Sebestova et al., 2018), e Região Metropolitana de Cidade do México (Spreen & Cheek, 2016).

Em particular, Spreen e Cheek (2016) pesquisaram se o monitoramento estadual e a divulgação da condição financeira em Michigan causaram impacto na melhoria da saúde financeira dos entes subnacionais deste estado. Para a análise,

foi realizada a comparação com estados vizinhos que não realizavam tal divulgação e não foi verificada diferenças significativas entre Michigan e os demais. No entanto, isso pode estar ligado à maneira como são divulgados os indicadores, como foi verificado por Sebestova et al. (2018) em Governos Locais da República Checa, sendo divulgado o resultado de apenas dois indicadores, dessa forma, o município não possuía uma clareza sobre sua condição.

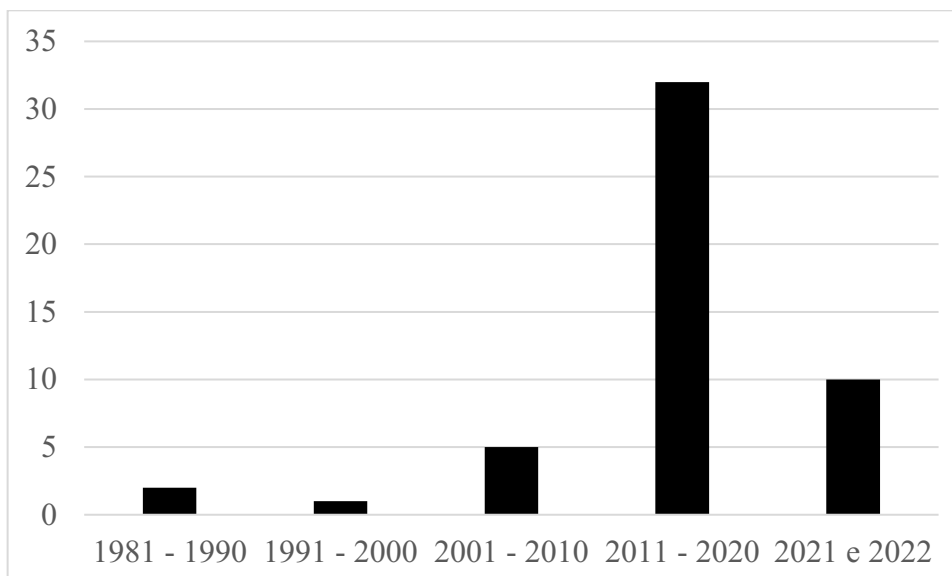
Figura 3

Principais países pesquisados



Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando a Figura 4, é possível observar o crescimento no número de publicações no campo de estudo da Condição Financeira Governamental, aumentando consideravelmente e obtendo um crescimento expressivo na última década, compatível com o resultado de Iacuzzi (2022).

Figura 4*Publicações do portfólio bibliográfico por período*

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.4.2 Análise Sistemática

Dos 50 trabalhos obtidos no portfólio bibliográfico, dois são revisões e 48 são trabalhos empíricos. Uma das revisões visou compreender o que se sabe e o que não se sabe sobre a temática de finanças governamentais de entes subnacionais, enquanto a outra responder se a literatura sobre o assunto aumentou e quais os principais indicadores para a medição da saúde financeira desses governos. Diante dos objetivos, os trabalhos empíricos foram separados em quatro grupos, descritos na Tabela 5.

Tabela 5*Objetivo dos trabalhos*

Objetivo	Quantidade
Avaliar a saúde financeira	33
Probabilidade de estresse fiscal	10
Nível da dívida	12
Outros	16

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quanto às categorias das variáveis, as quais foram descritas na seção de metodologia, aqueles com quantidades acima da média são: receitas e despesas (29), estrutura da dívida e cultura política (25), indicadores locais (19) e posição

operacional (15). A categoria de choques exógenos mostra sua importância em razão de todos os seis trabalhos pertencentes a ela serem publicados a partir do ano de 2017, enquanto os indicadores nacionais e/ou regionais publicaram sete dos dez após 2016, e práticas de gestão obtiveram dez dos onze publicados a partir de 2010. As demais categorias não demonstraram significância.

Desta maneira, verifica-se de maneira geral, as variáveis referentes ao fator financeiro foram as mais pesquisadas, pois quatro das seis categorias pertencentes a este grupo apareceram acima da média, seguida pela ambiental, a qual apresentou duas acima da média, de cinco possíveis. No entanto, duas referentes ao fator ambiental e uma do organizacional demonstraram importância diante dos trabalhos recentes. Nesse sentido, este resultado corrobora a definição de Groves e Valente (2003).

Por fim, os métodos de pesquisa foram divididos em sete grupos, podendo ser verificados na Tabela 6, entre os quais se destacam as regressões e os dados em painel com abundância de pesquisas. As técnicas de Inteligência Artificial demonstraram importância pelos trabalhos publicados no último ano, em que 3 dos 9 artigos utilizaram tal metodologia e nos trabalhos anteriores apenas 1 dos outros 40 investigaram o assunto desta maneira, demonstrando-se, assim, que isto pode ser o futuro da área.

Tabela 6

Métodos de pesquisa

Métodos	Quantidade
Regressões	29
Dados em painel	19
Inteligência Artificial	4
Sistemas comparativos	8
Análise multicritério	2
Análise de discriminante	3
Outros	6

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após tais análises e com o intuito de apontar lacunas de pesquisa provenientes da literatura, a Tabela 7 faz um cruzamento estruturado dos estudos incluídos no portfólio bibliográfico em torno das três categorias identificadas na sistematização, que são: objetivos, aspectos metodológicos e categorias testadas para explicar de alguma forma o fenômeno de interesse.

O preenchimento dessas lacunas é interessante para a literatura, uma vez que por meio disso pode-se obter novos resultados para os trabalhos, pois uma metodologia de análise pode obter melhores desfechos do que a outra, assim como algumas categorias que se demonstraram determinantes para esses estudos, mas ainda não foram combinadas com determinado objetivo, por exemplo. No entanto, é preciso prudência, em razão de uma oportunidade de estudo pode não ser uma lacuna diante de sua objetividade ou realização, como, por exemplo, a utilização de sistemas comparativos para a probabilidade de estresse fiscal, pois esta metodologia não é adequada para este fim, especificamente.

A Tabela 7 apresenta diversas lacunas de pesquisa, que podem ser consideradas oportunidades de investigação. É importante notar que, para ser considerada uma lacuna de pesquisa, analisou-se os três pontos identificados e considerou-se como uma oportunidade de estudo apenas aqueles realizados em ao menos dois dos três pontos analisados, e se demonstraram importantes nas pesquisas sobre a condição financeira de Governos Locais. Apesar de obter propostas para estudos futuros, pode ser que a avaliação solitária dessas lacunas não seja interessante. Dessa maneira, é possível o cruzamento das lacunas com os resultados já obtidos, como as categorias de receitas e despesas, que são as frequentemente pesquisadas.

Tabela 7

Avaliação dos estudos presentes no portfólio quanto ao objetivo, metodologia utilizada e variáveis explicativas testadas para investigar a condição financeira de Governos Locais

Categorias														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total
Avaliar a condição financeira	24	28	14	20	4	2	12	8	7	25	12	3	2	162
Regressões	8	10	5	5	1	0	4	2	3	10	5	1	2	56
Dados em painel	4	6	2	2	0	0	1	1	2	5	4	•	0	27
Inteligência Artificial	2	2	2	2	0	0	1	•	•	•	•	•	0	9
Sistemas comparativos	6	5	3	5	1	0	3	1	•	4	2	1	0	31
Análise multicritério	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Análise de discriminante	2	2	1	3	1	1	1	2	1	3	0	0	0	17
Outros	1	2	1	2	1	1	1	2	1	3	1	2	0	18
Probabilidade de estresse fiscal	13	10	5	8	1	0	10	2	4	8	0	1	0	62
Regressões	6	4	3	3	1	0	5	•	2	3	0	•	0	27
Dados em painel	4	3	2	3	0	0	3	•	2	4	0	1	0	22
Inteligência Artificial	2	2	•	2	0	0	1	2	•	1	0	•	0	10
Sistemas comparativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Análise multicritério	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Análise de discriminante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nível da dívida	9	9	1	11	0	0	5	5	0	9	4	4	0	57
Regressões	4	4	•	5	0	0	2	1	0	4	2	1	0	23
Dados em painel	3	3	•	3	0	0	2	1	0	3	2	1	0	18
Inteligência Artificial	2	2	1	2	0	0	1	1	0	1	•	•	0	10
Sistemas comparativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Análise multicritério	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Análise de discriminante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	2	0	6
Outros	9	10	5	9	0	0	0	3	5	13	4	2	2	62
Regressões	4	4	1	3	0	0	0	1	2	5	1	1	2	24
Dados em painel	3	3	1	2	0	0	0	0	2	4	1	1	0	17
Inteligência Artificial	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Sistemas comparativos	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	7
Análise multicritério	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Análise de discriminante	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4
Outros	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	6
Total Geral	55	57	25	48	5	2	27	18	16	55	20	11	4	343

Notas: (1) as variáveis explicativas foram agrupadas por similaridade em 13 fatores, sendo codificadas da seguinte forma: A = Receitas; B = Despesas; C = Posição Operacional; D = Estrutura da Dívida; E = passivos não financiados, F = planta de capital; G = indicadores locais; H = indicadores nacionais e ou regionais; I = restrições intergovernamentais; J = cultura política; K = políticas legislativas; L = choques exógenos; e M = outros, que não se encaixaram em nenhuma das categorias acima. (2) Os campos anotados com o símbolo • são aquelas classificadas como

oportunidades interessantes diante dos resultados já apresentados e trabalhos realizados; e os espaços vazios preenchidos com ○ apresentam oportunidades que não demonstram claramente uma “omissão” de pesquisadores, posto que não há estudos utilizando determinada metodologia ou variável a ser considerada diante de determinado objetivo, ou seja, a pesquisa não apresentaria relevância ou possibilidade de realização.

Fonte: Elaborada pelo autor.

No que tange à pesquisa sobre avaliação da condição financeira, nota-se oportunidade na metodologia de dados em painel, analisando as principais variáveis da categoria choques exógenos. Para a metodologia de Inteligência Artificial, existe a oportunidade de verificar as categorias referentes a indicadores nacionais e regionais, restrições intergovernamentais, culturas políticas, políticas legislativas e choques exógenos, ao passo que na metodologia de sistemas comparativos, observa-se a oportunidade de pesquisar as restrições intergovernamentais apenas. Com isso, destacam-se as primeiras três lacunas.

Lacuna 1: *Avaliar a condição financeira utilizando dados em painel (MAHDAVI; WESTERLUND, 2011; SPREEN; CHEEK, 2016; YOSHIDA, 2020), verificando quais os determinantes associados a eventos exógenos (KLUZA, 2017a; LEISER; WANG; KARGMAN, 2021; MCDONALD; LARSON, 2020).*

Lacuna 2: *Avaliar a condição financeira utilizando técnicas de IA (HAJEK; OLEJ, 2008; MONGWE; MBUVHA; MARWALA, 2021) para identificar os efeitos da regionalidade (KLUZA, 2017a; PRESTON, 1985; TREJO-NIETO, 2021), restrições intergovernamentais (JI; AHN; CHAPMAN, 2016; TREJO-NIETO, 2021; YOSHIDA, 2020), culturas políticas (ALEKSANDROVA-ZLATANSKA, 2020; MEYER; NEETHLING, 2021; YOSHIDA, 2020), políticas legislativas (CHUNG; WILLIAMS, 2021; MEYER; NEETHLING, 2021; YOSHIDA, 2020) e choques exógenos críticos (KLUZA, 2017a; LEISER; WANG; KARGMAN, 2021; TURLEY; ROBBINS; MCNENA, 2015).*

Lacuna 3: *Avaliar a condição financeira utilizando sistemas comparativos (ROBBINS; TURLEY; MCNENA, 2016; TURLEY; DI MEDIO; MCNENA, 2020; TURLEY; ROBBINS; MCNENA, 2015), para entender e comparar como os governos locais foram afetados pelas restrições intergovernamentais (JI; AHN; CHAPMAN, 2016; TREJO-NIETO, 2021; YOSHIDA, 2020).*

Observa-se ainda, quanto às lacunas deste grupo, que existe a possibilidade de empregar a Inteligência Artificial junto aos sistemas comparativos, pois a técnica de *machine learning* obteve bom desempenho para a probabilidade futura de estresse fiscal (Chen, 2021) e o *benchmark* obteve bons resultados para a avaliação da saúde financeira (Turley et al., 2020). Para as variáveis, além das cinco categorias possíveis, seria interessante acrescentar as relativas a receitas, despesas e estrutura da dívida, que foram as mais utilizadas nesse tipo de pesquisa.

Na probabilidade de estresse fiscal, é possível utilizar, em conjunto, as metodologias de regressões e dados em painéis, como foi utilizado por Buendía-Carrillo et al. (2020) para verificar o nível de dívida, ou para avaliar a saúde financeira (Pina et al., 2020). No que se refere às categorias, sugere-se atenção especial em alguns casos. A autonomia financeira é influenciada pela densidade populacional do local (Psycharis et al., 2016). O tamanho da população pode afetar o nível de inadimplência (Buendía-Carrillo et al., 2020; Navarro-Galera et al., 2017) e melhorar a saúde financeira conforme o crescimento (Chung & Williams, 2021).

Lacuna 4: *Probabilidade de estresse fiscal utilizando técnicas de regressão (COHEN; COSTANZO; MANES-ROSSI, 2017; TRUSSEL; PATRICK, 2013, 2018) para verificar as associações entre os fatores: indicadores nacionais e/ou regionais (ANTULOV-FANTULIN; LAGRAVINESE; RESCE, 2021; CHEN, 2021) e choques exógenos (MCDONALD; LARSON, 2020).*

Lacuna 5: *Probabilidade de estresse fiscal utilizando técnicas de dados em painel (COHEN; COSTANZO; MANES-ROSSI, 2017; MCDONALD; LARSON, 2020; TRUSSEL; PATRICK, 2018) para verificar as associações entre as variáveis do fator de indicadores nacionais e/ou regionais (ANTULOV-FANTULIN; LAGRAVINESE; RESCE, 2021; CHEN, 2021).*

Lacuna 6: *Probabilidade de estresse fiscal utilizando técnicas de IA (ANTULOV-FANTULIN; LAGRAVINESE; RESCE, 2021) verificando quais as principais variáveis/fatores afetam nisso: Posição operacional (GARCÍA-SÁNCHEZ et al., 2012; TRUSSEL; PATRICK, 2018; WALKER; JONES, 2006), restrições*

intergovernamentais (TRUSSEL; PATRICK, 2013, 2018) e choques exógenos (MCDONALD; LARSON, 2020).

Assim, são importantes os indicadores relativos ao tamanho da população (Jones & Walker, 2007; Trejo-Nieto, 2021; Trussel & Patrick, 2018; Walker & Jones, 2006), crescimento (García-Sánchez et al., 2012) e densidade (Lara-Rubio et al., 2017). A liquidez é outra importante categoria nesse campo de estudo, sendo essa uma das dimensões mais analisadas pelos pesquisadores (Iacuzzi, 2022) tanto para o nível da dívida (Pridgen & Wilder, 2013) como para a saúde financeira, de modo geral (Sebestova et al., 2018).

Nas pesquisas relacionadas ao nível de dívida, obteve-se, para as metodologias regressão e dados em painel, a verificação das categorias de posição operacional e restrições intergovernamentais. Em Inteligência Artificial, obtém-se lacuna para restrições intergovernamentais, políticas legislativas e choques exógenos, ao passo que, em sistemas comparativos, obtiveram-se as mesmas categorias que na probabilidade de estresse fiscal.

Lacuna 7: Analisar o nível da dívida utilizando técnicas de regressão (LARA-RUBIO et al., 2017; NAVARRO-GALERA et al., 2017; PINA; BACHILLER; RIPOLL, 2020) para verificar as associações entre as variáveis do fator posição operacional (HAJEK; OLEJ, 2008).

Lacuna 8: Analisar o nível de dívida utilizando dados em painel (BISOGNO et al., 2019; BUENDÍA-CARRILLO et al., 2020; LARA-RUBIO et al., 2017) para verificar as associações entre as variáveis do fator posição operacional (HAJEK; OLEJ, 2008).

Lacuna 9: Analisar o nível de dívida utilizando técnicas de IA (CHEN, 2021; HAJEK; OLEJ, 2008) para verificar as associações entre as variáveis dos fatores: políticas legislativas (LARA-RUBIO et al., 2017; NAVARRO-GALERA et al., 2017) e choques exógenos (KLUZA, 2017a, 2017b; LARA-RUBIO et al., 2017).

Neste grupo de análise, observa-se o trabalho de Lara-Rubio et al. (2017), que utilizaram o nível de dívida para verificar qual o risco de crédito de 148

municípios da Espanha. Diante disso, as principais variáveis foram a densidade populacional, a população dependente, a composição da dívida (dívida de curto e longo prazo), o PIB e o prêmio de risco do país (choques exógenos). Já Psycharis et al. (2016) analisaram, durante 10 anos de pesquisa, os níveis e quais são os determinantes da autonomia fiscal em Governos Locais da Grécia. Como resultado, estes autores verificaram que tais aspectos são afetados por localidade, níveis de educação, desemprego, densidade populacional e fatores políticos (políticas legislativas).

Cita-se ainda alguns pontos interessantes a serem observados. De acordo com determinados acontecimentos locais ou globais, as finanças podem sofrer grandes mudanças. Em particular, destacam-se a crise financeira mundial de 2008, refletida nas finanças municipais pouco tempo depois, em especial entre 2010 e 2011 (Kluza, 2017a, 2017b; Turley et al., 2020), e a crise sanitária da Covid-19, que gerou, em 2020, uma queda na arrecadação de impostos sobre vendas locais devido às restrições de abertura dos comércios (McDonald & Larson, 2020). Apesar disso, governos locais com melhores níveis de saúde financeira conseguem se adaptar melhor às mudanças externas (Leiser et al., 2021; Rose, 2010) e provavelmente ocorrerá o mesmo diante da recente pandemia (Maher et al., 2020).

Embora muitos trabalhos realizem suas pesquisas de maneira abrangente para os Governos Locais de determinados países, a região é uma importante variável para esse estudo (Preston, 1985; Psycharis et al., 2016). Para a probabilidade de estresse fiscal, por exemplo, Antulov-Fantulin et al. (2021) verificaram a região como uma das principais variáveis. Além disso, mais da metade dos trabalhos realizados nos Estados Unidos pesquisaram sobre regiões específicas, segundo a análise do portfólio bibliográfico. Além dos indicadores tradicionais, Leiser et al. (2021) aplicaram um questionário a funcionários dos municípios para verificar se isso poderia ajudar na classificação de saúde financeira. A análise dos autores apresenta dados confirmativos, uma vez que os indicadores podem deixar de fora alguns aspectos importantes, capturados por meio de entrevista.

2.5 Considerações Acerca da Revisão da Literatura

Este artigo teve como objetivo a revisão bibliográfica e sistemática de trabalhos referentes à condição financeira de Governos Locais. Para isso, foi utilizada a metodologia ProkNow-C, com o intuito de construir um conjunto de trabalhos na área, representando adequadamente o tema. Foram definidas duas perguntas de pesquisa para a escolha do portfólio e para a análise sistemática.

O portfólio bibliográfico final foi constituído de 50 trabalhos, não apresentando grande concentração em determinado periódico ou autoria. No entanto, existe uma predominância dos Estados Unidos neste tema, sendo 14 pesquisas deste país, além da concentração no continente europeu, que contou com 29 artigos. Além disso, nota-se a abundância de pesquisas em determinada região, além do aumento de pesquisas ao longo do tempo, em especial na última década, corroborando assim com a pesquisa de Iacuzzi (2022).

Em relação à revisão sistemática, realizou-se o levantamento dos grupos de análises, referentes aos objetivos, metodologias e categorias de variáveis. Diante disso, foi possível analisar importantes lacunas na literatura para pesquisas futuras.

Diante das perguntas de pesquisa, as categorias mais pesquisadas são, respectivamente: receitas, despesas, estrutura da dívida, cultura política, indicadores locais e posição operacional. No entanto, se analisados os trabalhos recentes do portfólio bibliográfico, nota-se a importância também das categorias: choques exógenos, indicadores nacionais e/ou regionais e práticas de gestão.

Desta maneira, verifica-se as variáveis dos fatores ambiental, organizacional e financeiro sendo investigadas nos estudos, corroborando assim a definição de Groves e Valente (2003). Porém, os indicadores mais utilizados são referentes aos fatores financeiros, seguido de ambientais e, por fim, organizacionais.

Quanto às tendências de pesquisas, nota-se a importância dos grupos de avaliação da saúde financeira, probabilidade de estresse fiscal e nível da dívida. Em relação às metodologias, os principais são sistemas de regressão, dados em painéis e sistemas comparativos, verifica-se, também, que a Inteligência Artificial se mostrou significativa no ano de 2021, sendo 3 dos 9 trabalhos publicados neste ano utilizaram tal metodologia, e, nos anteriores, apenas 1 dos 40 trabalhos havia utilizado.

Encontraram-se, ainda, boas oportunidades de estudo, sendo um total de 9 lacunas – se analisado a partir do objetivo de pesquisa, junto a metodologia empregada – as quais possuem variáveis que pertencem a diferentes categorias e/ou fatores.

Como limitação deste trabalho, nota-se o número de bases utilizadas e a metodologia de escolha dos trabalhos, pois trata-se de uma metodologia com alguns aspectos subjetivos. No entanto, as perguntas de pesquisa colaboraram para mitigar esse problema, em especial na seleção dos trabalhos.

3 PREVISÃO DE ESTRESSE FISCAL EM MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS CONSIDERANDO A REGIONALIDADE

Resumo do Artigo II

O debate da Condição Financeira Governamental no Brasil começou apenas na década passada diante tempos de instabilidades. Nota-se que uma gestão fiscal apropriada é essencial para a manutenção na qualidade dos serviços oferecidos a população, levando a discussão frequente na literatura, especialmente durante incertezas econômicas e avançando nas metodologias de pesquisa. Diante disso, este artigo busca prever municípios de Minas Gerais que enfrentarão o estresse fiscal, adaptando um modelo recente para o Brasil, utilizando Inteligência Artificial. Obteve-se uma média de acerto geral maior que 65%, verificando resultados distintos entre os períodos de crise sanitária e sem. Após realizar alguns pontos de corte nas probabilidades do modelo, verifica-se que o mesmo atingiu até 87% de acerto e obteve uma média de 82% de acertos.

Palavras-Chave: Previsão de Estresse Fiscal; Municípios de Minas Gerais; *Random Forest*.

3.1 Introdução do Artigo II

Pesquisas sobre este assunto no Brasil são ainda incipientes (Donato, 2020), sendo a primeira obra de Lima e Diniz (2016). O assunto começa a ser discutido em anos de instabilidade na economia do país, sendo os anos de 2015 e 2016 considerados de baixo crescimento (Dantas Junior et al., 2019). Além do momento turbulento que se passava a política nacional, ocorrendo o impeachment presidencial, gerando, conseqüentemente, perda de confiança na classe política (Jucá & Fishlow, 2021).

Diante disso, foi necessário realizar buscas por trabalhos brasileiros neste tema, pois não foram obtidos trabalhos deste país no portfólio bibliográfico. Notou-se que este tema não possui pesquisas para a previsão de estresse fiscal em

municípios nacionais, decidiu-se então por trabalhar a lacuna 6 apresentada no artigo I.

Logo, o objetivo final deste artigo é testar o modelo de Trussel e Patrick (2018), com algumas adaptações ao contexto brasileiro e aos fatores de Groves et al. (1981) e Groves e Valente (2003), para a previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais entre os anos de 2016 e 2020, utilizando a técnica *Random Forest* (RF - Floresta Aleatória) de Inteligência Artificial. Para isso foram utilizados dados do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre os anos de 2014 e 2021, uma vez que foram necessários os dados de dois anos anteriores da previsão para o treinamento, assim como os dados de um ano posterior para a variável dependente.

Como resultado, verifica-se que o modelo foi melhor para a previsão de estresse fiscal, tendo em média um acerto de 68%. Esse resultado foi maior que a classificação inicial da amostra de 2011, de Trussel e Patrick (2018). Ressalta-se, ainda, que uma previsão, normalmente, possui resultados menores do que a classificação do que influencia, ao passo que a previsão de não ocorrência do problema conseguiu classificar corretamente 49,4% da amostra em média.

No entanto, nos anos em que houve impactos da crise sanitária nos dados, em 2019 (a variável dependente é relativa ao ano de 2020) e 2020, os resultados se modificaram. No primeiro ano citado, aumentou-se o valor da previsão de não estresse e diminuiu-se o de prever o acontecimento. Em 2020 alterou-se ainda mais, fazendo com que o modelo fosse melhor para prognosticar a ausência do problema.

A média geral de acertos (acurácia) foi de 65,2%, sendo que o maior valor foi obtido em 2020 (76%). Nesse contexto, observa-se que este é o único ano analisado que tanto as variáveis independentes quanto as dependentes sofreram influência da Pandemia de Covid-19. É importante ressaltar que, realizando alguns pontos de corte, de acordo com a probabilidade de ocorrer ou não o que se investiga, os resultados tendem a melhorar, chegando a prever 87% dos municípios corretamente. Se a chance analisada, de ocorrência ou não, for maior que 75% ou menor que 25%, este resultado é superior ao de Chen (2021).

Ademais, as três variáveis mais importantes do modelo (caixa por receitas, caixa por dívidas e relação atual) são referentes à liquidez, corroborando o resultado de Iacuzzi (2022), o qual verificou que apesar de as variáveis de estudos recentes

deste tema não convergirem, as mais pesquisadas estão relacionadas a este grupo. Confirma-se também o exposto por Lima e Diniz (2016), os quais acreditam que apesar de a variável posição operacional ser importante, ela não pode ser considerada dependente, igual feito por McDonald e Larson (2020).

No entanto, as mesorregiões do estado foram a variável menos importante, logo, evidencia-se um confronto com os achados de Antulov-Fantulin et al. (2021). Além disso, foi verificado que os demais indicadores ambientais e o organizacional, utilizados para a previsão, demonstraram baixa importância diante das demais. Dessa forma, este resultado contrapõe-se aos trabalhos de Groves et al. (1981) e Groves e Valente (2003).

Observou-se também o valor baixo da curva ROC, sendo que tais resultados foram baixos se comparados ao de Antulov-Fantulin et al. (2021), uma vez que diante dos 5 anos analisados, o maior valor foi de 0,821, enquanto no citado foi de 0,973.

Como trabalhos futuros, sugere-se uma ampliação da base de dados, assim como a ampliação de anos analisados. Seria interessante também a análise de outras metodologias, principalmente da inteligência artificial e outras variáveis, diversificando os fatores de análise.

3.2 Condição Financeira Governamental no Brasil

Como já ressaltado, a Condição Financeira Governamental é um tema ainda recente no Brasil. Lima e Diniz (2016) definem o governo com uma boa Condição Financeira Governamental é necessário cumprir com suas obrigações de pagamentos, assim como o funcionamento dos serviços públicos à sociedade, levando-se em consideração a qualidade exigida pelos cidadãos. A partir de então, o assunto começou a ser debatido na literatura acadêmica brasileira, observando-se alguns trabalhos (Dantas Junior et al., 2019; Freitas e Queiroz, 2019; Nobre, 2017).

Freitas e Queiroz (2019) investigaram se a Condição Financeira Governamental dos 26 estados brasileiros influencia nos gastos com investimentos e obtiveram resultado positivo, além disso foi verificado nos anos de eleição o aumento das aplicações de recursos. Na Paraíba foi constatado que municípios saudáveis financeiramente tendem a ser mais transparentes em relação aos gastos,

sendo detectada uma relação positiva com a multa aplicada pelo Tribunal de Contas do estado em decorrência de irregularidades na gestão (Nobre, 2017).

Torna-se importante salientar que a Condição Financeira Governamental é complexa, influenciada tanto por fatores internos quanto por externos (Lima & Diniz, 2016). Ou seja, existem geradores que os governantes podem controlar, como também existem aqueles estão fora do controle deles, como períodos de crise, por exemplo, sendo este um dos pontos mais importantes a serem observados.

Este assunto ganhou notoriedade em uma época de instabilidades econômicas nos municípios dos Estados Unidos (Clark, 1994). No entanto, após a crise financeira internacional de 2008, foi observado um aumento da preocupação acerca da temática (Antulov-Fantulin et al., 2021; Chung & Williams, 2021). Quanto à pandemia da Covid-19, ainda não se encontram muitos resultados na literatura, embora McDonald e Larson (2020) investigaram, diante de diferentes cenários, como a queda na arrecadação de impostos poderia afetar a saúde fiscal de entes subnacionais da Carolina do Norte, verificando o impacto negativo nos entes subnacionais mesmo diante da hipótese mais conservadora.

De acordo com Maher et al. (2020), organizações sem fins lucrativos precisam de reservas financeiras que possam ser sacadas durante períodos como este, além disso, foi pontuado que os efeitos fiscais seriam percebidos apenas após dois anos, no entanto, as possíveis lições aprendidas pelos Governos Locais na recessão de 2008 poderia colocá-los em uma melhor posição.

Por fim, este assunto também começou a ser debatido no Brasil durante um período de dificuldades, o qual foi marcado pelo baixo crescimento do PIB e pelo processo de impeachment presidencial.

Como este trabalho visa pesquisar a realidade de entes subnacionais brasileiros, definir a Condição Financeira Governamental por meio de uma variável dependente, utilizando dados financeiros, não seria uma tarefa possível, pois é necessário considerar as exigências da população sobre os serviços, sendo assim, decidiu-se por pesquisar a condição fiscal dos municípios.

3.3 Condição Fiscal

Frente a crises econômicas é comum os ajustes fiscais, diante de argumentos sobre a condição fiscal, tendendo a afetar a sociedade diretamente, como, por

exemplo, diante do corte de gastos em saúde e educação durante 20 anos no Brasil (Vieira, 2016). No entanto, a autora conclui com base em revisões sistemáticas que tais procedimentos tendem a piorar tal situação, pontuando ser importante a preservação dos programas sociais para os serviços essenciais, assim como em relação à retomada econômica em prazo mais curto.

A condição fiscal é voltada a questões financeiras, sendo assim, um Governo Local que passa por um problema fiscal é aquele com dificuldade financeira (Lima & Diniz, 2016). Diante disso, considera-se a condição fiscal como parte da Condição Financeira Governamental, pois a falta de recursos pode levar também à queda na qualidade ou até mesmo corte dos serviços básicos.

Entretanto, observa-se também diferentes maneiras de se definir a condição fiscal. Nos Estados Unidos, por exemplo, foi verificado por meio de uma *survey* aplicada a funcionários de cargos importantes, nos 50 estados, que apenas 10 desses possuíam uma definição formal das crises de Governos Locais, enquanto os demais possuíam apenas algo funcional, ou seja, não possuíam uma regra clara ou então deixavam os entes subnacionais pertencentes a eles definirem tal problema (Honadle, 2003).

As dificuldades fiscais podem ser divididas em crise fiscal (curto prazo) e declínio de longo prazo (Stanley, 1980). Ou seja, o primeiro é referente ao ente que não possui caixa nem fonte para atender suas despesas atuais, enquanto o segundo se refere à queda na qualidade e na economia ao longo do tempo. Ainda de acordo com tal obra, as ações municipais são limitadas diante de tais questões, pois diante dos problemas de longo prazo, o Governo Local pode apenas contingenciar despesas e/ou determinar ordem em tais procedimentos, enquanto no curto prazo conta com a ajuda de outros entes ou também busca os cortes de gastos.

Diante de tal importância, verifica-se estudos no âmbito nacional que avaliam o tema. Miranda et al. (2018) observaram que a gestão fiscal dos estados brasileiros foi afetada principalmente pelo elevado gasto com juros e amortização da dívida, afetando, conseqüentemente, a liquidez e a Condição Financeira Governamental do ente, na pesquisa realizada entre os anos de 2011 e 2015. Oliveira et al. (2021) pesquisaram os fatores com influência na gestão fiscal dos municípios do Paraná entre os anos de 2013 e 2019, verificando que as variáveis representativas da autonomia estão positivamente ligadas à dívida consolidada líquida e ao gasto com pessoal.

Quando determinado governo enfrenta uma pressão por gastos, mas não consegue arrecadar recursos, considera-se ele em situação de estresse fiscal (Clark, 1977). Desta maneira, provavelmente, não será possível fornecer os serviços essenciais à população, pois são necessário financiamentos para a manutenção deles (Honadle, 2003). Nota-se na literatura diferentes maneiras para avaliação desta situação dos Governos Locais, podendo ser de maneira mais abrangente (McDonald & Larson, 2020) ou apenas verificando se a localidade enfrenta ou não o problema citado (Bowman & Calia, 1997).

McDonald e Larson (2020) utilizaram a variável receita total sobre despesa total para definição. Os valores foram divididos em cinco categorias: até 0,8 (muito estressados), entre 0,8 e 0,95 (estressados), entre 0,95 e 1,05 (presença de algum estresse ou estressados futuramente), entre 1,05 e 1,2 (saudáveis), e acima de 1,2 (muito saudáveis). A partir disso, os autores sugerem aos governantes o equilíbrio entre receitas e despesas correntes, assim como o nível de endividamento, para obterem uma boa gestão (Bisogno et al., 2019). Já o *stress test* de Bowman e Calia (1997) classifica por meio de uma variável *dummy*, a qual classifica apenas como estressados ou não, verificando se as receitas correntes são suficientes para recompor os ativos empenhados nas despesas operacionais.

Verificam-se estudos relevantes na literatura recente para a investigação do tema em diversas partes do mundo. Foi verificado em 27 governos da Austrália, durante três anos, que o tamanho da população, número de funcionários e valores dos ativos de infraestrutura são as variáveis que mais impactaram (Walker & Jones, 2006). Na Itália, a diferença entre municípios endividados e não endividados são as despesas com funcionários sobre receitas totais, passivo de curto prazo sobre receitas correntes e subsídios *per capita* (Cohen et al., 2017).

Trussel e Patrick (2018) desenvolveram um modelo baseado em 21 variáveis para classificar o risco de estresse fiscal de entes subnacionais nos Estados Unidos, conseguindo acertar até 99% da amostra após realizar cortes na mesma, conforme o custo do erro. Foi verificado que a condição está positivamente ligada ao serviço da dívida, população, esforço fiscal e com o gasto do serviço público nas rodovias, enquanto está negativamente ligado com as receitas intergovernamentais, posição operacional, encargos de usuários, saldos dos fundos e concentração da receita tributária.

No Brasil, Donato (2020) pesquisou os fatores financeiros determinantes no estresse fiscal dos estados e Distrito Federal, entre os anos de 2016 e 2019, e verificou que os restos a pagar, dívida de longo prazo e o gasto com pessoal são influentes. Dantas Junior et al. (2019) pesquisaram o papel do federalismo fiscal neste problema de municípios brasileiros entre os anos de 2006 e 2016. Foi verificado que quanto mais dependente financeiramente o município for de outros governos, mais riscos ele sofreria de entrar em tal situação, especialmente em épocas de instabilidade econômica, sendo considerados os anos de 2009, 2010, 2015 e 2016 como os anos de baixo crescimento desta amostra. Nota-se ainda alguns modelos para a avaliação desta questão no Brasil.

Índice FIRJAN de Gestão Fiscal

Diante da preocupação mundial e nacional com o equilíbrio fiscal dos governos, nota-se a criação de alguns modelos para tal avaliação no Brasil. O Índice FIRJAN de Gestão Fiscal (IFGF), desenvolvido pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, avalia a gestão fiscal com base em quatro índices, nos quais os valores variam entre 0 e 1. A metodologia do cálculo pode ser observada na Tabela 8.

Tabela 8

Cálculo do IFGF

Indicador	Fórmula	Referência de cálculo
Autonomia	$\frac{RL - CEA}{RCL}$	1) Indicador > 25%; Autonomia = 1 2) $0\% < \text{Indicador} < 25\%$; Autonomia = $\frac{\text{Indicador}}{25\%}$ 3) Indicador < 0%; Autonomia = 0
Gastos com pessoal	$\frac{GP}{RCL}$	1) Indicador < 45%; GP = 1 2) $45\% < \text{Indicador} < 60\%$; GP = $\frac{\text{Indicador} - 45\%}{60\% - 45\%}$ 3) Indicador > 60%; GP = 0
Liquidez	$\frac{CEC - RP}{RCL}$	1) Indicador > 25%; Liquidez = 1; 2) $0\% < \text{Indicador} < 25\%$; Liquidez = $0,4 + 0,6 * \frac{\text{Indicador}}{25\%}$ 3) Indicador < 0%; Liquidez = 0
Investimentos	$\frac{I + IF}{RT}$	1) Indicador > 12%; Investimentos = 1; 2) Indicador < 12%; Investimentos = $\frac{\text{Indicador}}{12\%}$

Nota: RL = Receita Local; CEA = Custos com a Estrutura Administrativa; RCL = Receita Corrente Líquida; GP = Gasto com Pessoal; CEC = Caixa e Equivalentes de Caixa; RP = Restos a Pagar; I = Investimentos; IF = Inversões Financeiras; RT = Receita Total.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IFGF (2021).

Por fim, realiza-se uma média aritmética simples dos quatro índices, compondo a classificação final, como pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9

Classificação da gestão fiscal pelo IFGF

Classificação	Variação
Crítica	$IFGF < 0,4$
Difícil	$0,4 < IFGF < 0,6$
Boa	$0,6 < IFGF < 0,8$
Excelente	$IFGF > 0,8$

Fonte: Elaborada pelo autor com base em IFGF (2021).

Tal índice analisa o contexto brasileiro anualmente e pesquisas acadêmicas utilizam-no para avaliar o contexto brasileiro (Fernandes et al., 2020; Oliveira & Magalhães, 2022; Silva et al., 2020). Oliveira e Magalhães (2022) utilizaram o IFGF para analisar variáveis que explicassem a gestão fiscal dos municípios de Minas Gerais entre os anos de 2013 e 2018 e verificaram que a situação passada tende a melhorar o orçamento futuro. As variáveis que contribuem positivamente com o índice são o Produto Interno Bruto *per capita* e a taxa de urbanização, e negativamente são o gasto em educação, a proporção de idosos e/ou jovens.

Capacidade de Pagamento

Existe também o modelo Capacidade de Pagamento (CAPAG), desenvolvido pela Secretaria do Tesouro Nacional. Este foi criado com intuito de a União analisar a condição de pagamento dos Estados, Municípios e Distrito Federal, ou seja, por meio da verificação deste é possível analisar a possibilidade da concessão de crédito (Donato, 2020).

O modelo atual conta com três indicadores financeiros, podendo ser observados na Tabela 10.

Tabela 10*Indicadores do modelo CAPAG*

Indicadores	Fórmulas	Classificações	
I – Endividamento	$\frac{\text{Dívida Consolidada Bruta}}{\text{Receita Corrente Líquida}}$	A	I < 60%
		B	60% < I < 150%
		C	I > 150%
II - Poupança Corrente	$\frac{\text{Despesas Correntes}}{\text{Receita Corrente Ajustada}}$	A	II < 90%
		B	90% < II < 95%
		C	II > 95%
III - Índice de Liquidez	$\frac{\text{Obrigações Financeiras}}{\text{Disponibilidade Líquida Bruta}}$	A	III < 1
		C	III > 1

Fonte: Adaptado de Donato (2020).

Após a classificação de tais indicadores, realiza-se a observação destes para a classificação final, como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11*Classificação do modelo CAPAG*

Classificação do Indicador			Classificação Final
Endividamento	Poupança Corrente	Liquidez	
A	A	A	A
A	A	B	B
A	A	C	B
A	B	A	B
A	B	B	B
A	B	C	B
C	C	C	D
Demais combinações			C

Fonte: Adaptado de Donato (2020).

É importante ressaltar que não existe um modelo melhor para a avaliação da condição fiscal, no entanto, este trabalho utilizou o *stress test* de (Bowman & Calia, 1997), buscando prever se os ativos que serão recebidos pelo Governo Local serão suficientes para recompor os passivos necessários ao funcionamento do ente, diante disso, este trabalho pesquisa a crise fiscal de Governos Locais, segundo a definição de Stanley (1980).

3.4 Metodologia do Modelo Adaptado

Inicialmente utilizou-se o IBGE para coletar o código do município, área, mesorregião e estimativa da população de todas as 853 cidades de Minas Gerais, posteriormente, utilizou-se o SICONFI – base de dados da Secretaria do Tesouro

Nacional – para coletar os dados financeiros entre os anos 2014 e 2021 das Declarações de Contas Anuais (DCA). A Tabela 12 fornece uma visão da quantidade de municípios analisados em determinado ano, e quantos sofreram ou não o estresse fiscal no período seguinte.

Tabela 12

Amostra da pesquisa em relação à variável dependente

Exercício	Amostra	Ano de previsão	Em estresse	Sem estresse
2014	479	2015	387	92
2015	494	2016	329	165
2016	485	2017	330	155
2017	600	2018	507	93
2018	704	2019	404	300
2019	725	2020	381	344
2020	720	2021	189	531

Nota: Exercício = ano das variáveis independentes; Amostra = quantidade de municípios com os dados disponíveis; Ano de previsão = ano da variável dependente; Em estresse = quantidade de municípios em estresse fiscal de acordo com o *stress test*; Sem estresse = quantidade de municípios sem estresse fiscal de acordo com o *stress test*.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.4.1 Variáveis

Trussel e Patrick (2018) consideram três passos para a identificação do estresse fiscal: definir a ocorrência de tais dificuldades, verificar quais são as possíveis causas e, por fim, investigar a probabilidade de ocorrência. Diante disso, foi utilizado o *stress test* de Bowman e Calia (1997) como variável dependente, que indica se é possível realizar os pagamentos diante das receitas, sendo a mesma foi utilizada no trabalho de Dantas Junior et al. (2019). Segundo os autores, ela se encaixa no contexto brasileiro. Para se chegar ao resultado são necessários 4 passos e, posteriormente, analisa-se um jogo de sinais para a conclusão, apresentada na Tabela 13.

1 – Cálculo do superávit financeiro no ano t:

$$\text{Superávit Financeiro}_t = \text{Ativo Financeiro}_t - \text{Passivo Financeiro}_t$$

2 – Variação do superávit financeiro:

$$\Delta \text{Superávit } t \text{Fi nancei } r_p = \frac{\text{Superávit } t \text{Fi nancei } r_p - \text{Superávit } t \text{Fi nancei } r_{p-1}}{\text{Superávit } t \text{Fi nancei } r_{p-1}}$$

3 – Variação das despesas operacionais:

$$\Delta \text{Despesas operaci onai } \xi = \frac{\text{Despesas operaci onai } \xi - \text{Despesas operaci onai } \xi_{-1}}{\text{Despesas operaci onai } \xi_{-1}}$$

4 – Cálculo do *stress test*:

$$\text{Stress test} = \frac{\Delta \text{Superávit } t \text{Fi nancei } r_p}{\Delta \text{Despesas operaci onai } \xi}$$

5 – Resultado no tempo t:

Tabela 13

Análise dos resultados para a condição fiscal

Resultado	Despesas operacionais	Condição
<i>Stress test</i> ≤ 1	Crescente	1
<i>Stress test</i> > 1	Decrescente	1
<i>Stress test</i> ≤ 1	Decrescente	0
<i>Stress test</i> > 1	Crescente	0

Nota: Se o resultado do superávit financeiro for de déficit para os dois anos necessários do cálculo, considera-se em estresse fiscal.

Fonte: Adaptado de Dantas-Júnior (2018).

As variáveis independentes do modelo foram baseadas em sua maioria no trabalho de Trussel e Patrick (2018), no entanto, algumas delas foram adaptadas para o contexto brasileiro. Além disso, buscou-se utilizar os três fatores que devem impactar a condição, definidos por Groves e Valente (2003), sendo que os indicadores V18, V20 e V21 são ambientais, o V22 é organizacional e os demais são todos financeiros e podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2

Variáveis independentes do modelo

	Indicador	Conta	Referência
V1	Receita <i>per capita</i>	$\frac{\text{Receita total}}{\text{População}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V2	Receitas intergovernamentais	$\frac{\text{Receita de outros governos}}{\text{População}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V3	Despesas <i>per capita</i>	$\frac{\text{Despesa total}}{\text{População}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V4	Posição operacional	$\frac{\text{Despesa total}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V5	Despesas em saúde	$\frac{\text{Despesas em saúde}}{\text{Receita total}}$	(Dantas Junior et al., 2019)
V6	Despesas em educação	$\frac{\text{Despesas em educação}}{\text{Receita total}}$	(Dantas Junior et al., 2019)
V7	Serviço da dívida	$\frac{\text{Juros e encargos da dívida}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V8	Dívida por Receitas	$\frac{\text{Dívida total}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V9	Passivo <i>per capita</i>	$\frac{\text{Passivo total}}{\text{População}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V10	Dívida por Ativos	$\frac{\text{Dívida total}}{\text{Ativo total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V11	Patrimônio líquido para receita	$\frac{\text{Patrimônio líquido}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V12	Patrimônio líquido para ativo	$\frac{\text{Patrimônio líquido}}{\text{Ativo total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V13	Caixa por Receitas	$\frac{\text{Caixa}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V14	Caixa por Dívidas	$\frac{\text{Caixa}}{\text{Dívida total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V15	Relação atual	$\frac{\text{Ativo}}{\text{Passivo}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V16	Gasto com pessoal	$\frac{\text{Gasto com pessoal}}{\text{Receita corrente líquida}}$	Adaptada da LRF (2000)
V17	Concentração da receita tributária	$\frac{\text{Receita tributária}}{\text{Receita total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V18	População	Logaritmo natural da estimativa da população	(Trussel & Patrick, 2018)
V19	Desembolso de capital	$\frac{\text{Despesa de capital}}{\text{Despesa total}}$	(Trussel & Patrick, 2018)
V20	Densidade populacional	$\frac{\text{População}}{\text{Área do município}}$	(Hendrick, 2004)
V21	Localização	0 – Municípios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba 1 – Municípios das demais mesorregiões	Adaptada de Silva et al. (2020)
V22	Ideologia política	Partidos de esquerda ou direita	Bolognesi et al. (2023)

Fonte: Elaborada pelo autor.

As variáveis foram divididas em sete categorias, por Trussel e Patrick (2018), as quais serão descritas a seguir, sendo justificadas as adaptações necessárias.

1 – Indicadores baseados em operações

As seis primeiras variáveis pertencem a este grupo. Esses indicadores medem o desempenho operacional da localidade, verificando as relações entre as categorias de receitas e despesas (Trussel & Patrick, 2018). As quatro primeiras variáveis foram mantidas do modelo base.

A receita *per capita* tende a ser significativa e estar negativamente ligada ao serviço da dívida (Pina et al., 2020), verificando-se, nesse contexto, quanto mais dependente de recursos intergovernamentais os municípios brasileiros forem, mais riscos eles correm de sofrer o estresse fiscal (Dantas Junior et al., 2019). A despesa *per capita* se destacou como um dos 5 indicadores mais importantes de 39 amostras para analisar a sustentabilidade financeira de Governos Locais na Espanha (Pina et al., 2020). Nesse ínterim, a posição operacional pode ser utilizada como variável dependente, como feito por McDonald e Larson (2020), porém, isso pode ser um problema, uma vez que, segundo Lima e Diniz (2016), em determinado ano o governo pode possuir mais despesas do que receitas (o que significa que o município gastou mais do que recebeu) por algum imprevisto ou necessidade, e no próximo já corrigir isto, considerando ser realmente um problema quando é menor que 1 por vários períodos consecutivos.

As duas próximas variáveis do modelo original foram adaptadas para a realidade brasileira, pois Trussel e Patrick (2018) utilizaram variáveis que medem as cobranças de usuários com serviços sobre despesas com tais serviços e gastos públicos com estradas municipais. Seguindo a mesma linha de indicadores baseados em operações, decidiu-se por utilizar as variáveis de Dantas Junior et al. (2019), sendo elas despesas com saúde e educação.

Quanto maiores os níveis de emprego da localidade, menos a população tende a procurar pelos serviços públicos, pois desta maneira é possível que eles arquem com os gastos (Groves & Valente, 2003). E, quanto maiores os investimentos em educação ou saúde sobre as receitas totais, mais provável seria dos entes subnacionais do Brasil sofressem do estresse fiscal (Dantas Junior et al., 2019).

Todavia, tais serviços são indispensáveis à sociedade (Lima & Diniz, 2016), e o contingenciamento em determinados investimentos podem aumentar os problemas

sociais, implicando em diversos problemas, como, por exemplo, o desemprego e depressão, que acabam gerando o aumento no número de suicídios (Vieira, 2016).

2 – Indicadores baseados na dívida

Esses indicadores verificam como o ente subnacional utiliza a dívida para financiar seus projetos, podendo fazer com que o município desvie verbas de serviços essenciais à população para cobrir suas pendências (Trussel & Patrick, 2018). As três variáveis seguintes pertencem a este grupo e mantiveram-se como no modelo original.

Quanto maior for o gasto com o serviço da dívida, pior tende a ser o desempenho na gestão fiscal de Governos Locais do Brasil (Miranda et al., 2018), e a utilização adequada da dívida para a receita pode evitar empréstimos excessivos (Trussel & Patrick, 2018). Quanto maior for o resultado do passivo *per capita*, pior é a utilização da base de exploração pelo governo, ou seja, mais preocupante será para o ente (Trussel & Patrick, 2013).

3 – Indicadores baseados na estrutura de capital

Tais variáveis são similares às baseadas na dívida, pois verificam os valores de dívida e patrimônio que os municípios empregam (Trussel & Patrick, 2018). Os melhores resultados desses indicadores tendem a gerar bons índices de solvência (Meyer & Neethling, 2021). As três variáveis a seguir foram mantidas do modelo original.

Verificando-se um alto resultado da dívida para o ativo, pode indicar que o governo precisará de financiamentos para cobrir suas dívidas (Meyer & Neethling, 2021). O patrimônio líquido, também conhecido como saldo dos fundos, representa o acúmulo de receitas sobre despesas desde o início, desta maneira, se o indicador 11 não estiver equilibrado, pode gerar consequências negativas nos serviços que devem ser prestados (Trussel & Patrick, 2018). O indicador 12 é similar, no entanto, verifica a capacidade do ente de manter as atividades necessárias em relação ao ativo (Trussel & Patrick, 2018).

4 – Indicadores baseados na liquidez

Esses indicadores medem a capacidade do município pagar suas obrigações de curto prazo, analisando se é possível que este deixe de fornecer serviços ou entre em dívidas em breve (Trussel & Patrick, 2018). Diante da hipótese do isomorfismo, quando o Governo Local possui maior índice de liquidez que seus vizinhos, eles tendem a gastar tais reservas que os levam a um equilíbrio (Gerrish & Spreen, 2017). As três variáveis a seguir foram mantidas do modelo original.

Um baixo nível de caixa por receitas pode ocasionar problemas no fluxo de curto prazo do município (Trussel & Patrick, 2018). Quanto maiores valores do caixa por dívidas e da relação atual, melhor será para o ente subnacional, pois além de conseguir cumprir com suas obrigações de pagamento (Gerrish & Spreen, 2017), conseguirá também efetuar isto de maneira mais rápida (Meyer & Neethling, 2021).

5 – Indicadores baseados em funcionários

Esses indicadores buscam medir os benefícios relacionados a funcionários que o município possui (Trussel & Patrick, 2018). No modelo original foram utilizadas duas variáveis, sendo os custos de pensões e benefícios a empregados. No entanto, decidiu-se adaptar essas variáveis para o gasto com pessoal, diante da análise realizada na Lei de Responsabilidade Fiscal.

No Brasil, a lei complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, estabelece normas para os entes da União seguirem, com o intuito principal de equilibrar receitas e despesas para conseguirem, assim, uma boa gestão fiscal. Para o gasto com o pessoal, não se deve passar de 60% da receita corrente líquida e, quando se ultrapassa 90% do limite (54%), os tribunais de contas alertam os poderes (LRF, 2000). Miranda et al. (2018) verificaram que os estados com maiores gastos com pessoal tendem a possuir uma pior condição fiscal, sendo tal resultado verificado também por Oliveira et al. (2021) em municípios pertencentes ao Paraná.

6 – Indicadores baseados em impostos

Esses indicadores visam medir os impostos cobrados pela localidade (Trussel & Patrick, 2018), e segundo Lima e Diniz (2016), por meio dessas variáveis é possível observar como o ente subnacional explora sua base de receitas.

A variável a seguir foi mantida do modelo original. A concentração da receita tributária reflete a capacidade que determinada localidade possui de financiar atividades por meio de recursos próprios, assim, diante disso, diminui-se o risco fiscal (Trussel & Patrick, 2018).

7 – Outros indicadores e variáveis de controle

Quanto aos outros indicadores e variáveis de controle, foram mantidas as variáveis referentes à população e ao desembolso de capital. Em relação à primeira variável, esta foi negativa e significativa para a gestão fiscal de municípios brasileiros (Oliveira et al., 2021), ou seja, quanto maior a população, melhor tende a ser sua gestão. A segunda indica a capacidade do município de manter os ativos de infraestrutura, pois uma queda em tais números pode gerar problemas em longo prazo (Trussel & Patrick, 2018).

As três próximas variáveis foram adaptadas, referentes aos fatores ambientais. A densidade populacional afeta a produção e distribuição dos serviços à sociedade (Lima & Diniz, 2016), porém, a autora Hendrick (2004) citou que tal variável pode medir algumas das necessidades de investimentos, mas não todas. Trussel e Patrick (2018) utilizaram o tipo de município como variável de controle, pois nos Estados Unidos esses entes subnacionais são divididos em: cidade, distrito, município de primeira classe e município de segunda classe, entretanto essa divisão não ocorre no Brasil.

Diante disso, utilizaram-se as mesorregiões referentes ao estado de Minas Gerais, pois existem indicadores referentes à região mais importantes que dados financeiros (Antulov-Fantulin et al., 2021), sendo esses indicadores fundamentais para estudos da área (Preston, 1985; Psycharis et al., 2016) e, em particular, no Brasil, as diferentes localizações foram significativas para a gestão fiscal (Silva et al., 2020).

Por fim, ideologias políticas também se demonstraram importantes nas pesquisas sobre a condição fiscal. Em Portugal, por exemplo, foi verificado que municípios governados por partidos de direita possuíam maiores possibilidades de enfrentarem dificuldades financeiras (Lobo et al., 2011).

Para classificar as ideologias políticas como de esquerda ou direita, utilizou-se o trabalho de Bolognesi et al. (2023). Os autores utilizaram uma *survey* respondida por cientistas políticos no ano de 2018 para classificar a ideologia dos 35 partidos brasileiros em uma escala de 0 a 10, na qual, quanto menor fosse o valor, mais o partido seria de esquerda e, quanto maior, mais de direita. Diante disso, está é uma variável contínua, podendo obter valores entre os dois números citados anteriormente.

Desta maneira, define-se a equação geral do modelo:

$$P_{Y(i,t)} = \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 V_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t-1})}}$$

Neste modelo, $P_{Y(i,t)}$ é a probabilidade de o município i sofrer estresse fiscal no ano, ou seja, a variável *dummy* igual a 1, se for estressado fiscalmente, e igual a 0, se não for; $V_{i,t-1}$, é o vetor das variáveis independentes da cidade i no ano $t-1$; e $\varepsilon_{i,t-1}$ refere-se ao termo de erro da cidade i no ano $t-1$.

3.4.2 Inteligência Artificial

As técnicas de Inteligência Artificial têm sido amplamente utilizadas nas finanças modernas e observam-se progressos notáveis, como financiamentos mais baratos e rápidos, contudo, é necessário atentar-se às limitações, como os vieses de dados (Lin, 2019). Uma das técnicas é o *Random Forest*, que apresenta resultados positivos em várias áreas do conhecimento (Cutler et al., 2012), destacando-se sua importância recentemente em estudos para previsão de estresse financeiro de empresas e valores de ações, como nos trabalhos de Malakauskas e Lakstutiene (2021) e Patel et al. (2015).

Apesar de ser recente, tais técnicas começam a aparecer em análises de modelos da condição financeira de Governos Locais. Chen (2021) pesquisou sobre

o risco de estresse fiscal em Governos Locais da China, utilizando as técnicas de Redes Neurais e *Decision Trees*, obtendo como resultado um acerto maior que 85% para a previsão antecipada deste problema. Antulov-Fantulin et al. (2021) verificaram as melhores técnicas para a previsão de falência municipal na Itália, sendo elas o *Gradient Boosting Machines* e *Random Forest*. Além dessas duas metodologias de Inteligência Artificial, foram testadas também o *Lasso* e *Neural Networks*, os quais obtiveram resultados inferiores.

Diante disso, este trabalho utiliza a técnica *Random Forest* de aprendizado de máquina. Segundo Breiman (2001), entre as qualidades dessa técnica, pode-se citar: possuir boa precisão, ser relativamente robusta para *outliers* e ruídos, possuir estimativas apropriadas para variáveis internas, como erro, força, correlação e importância da variável, e ser de fácil implementação. Além disso, o autor afirma que não apresenta problemas de *overfitting*, ou seja, é um previsor confiável, pois possui consistência na utilização de dados passados para a realização da previsão de possíveis resultados no futuro.

De acordo com Breiman (2001), esta técnica cria, aleatoriamente, subconjuntos de dados a partir dos dados originais, diante disso, utiliza a aleatoriedade mais uma vez para selecionar alguns atributos, sendo assim, formam-se as árvores de decisão (*decision trees*). A partir disso, verifica-se quais as melhores características para a separação dos dados com base no resultado que se deseja verificar, ou seja, realizam-se pontos de cortes nas variáveis independentes que podem explicar o resultado da variável dependente.

O passo anterior é repetido, formando diversas árvores de decisão com base nos subconjuntos iniciais, além dos atributos aleatórios, ou seja, cada uma delas possui estruturas de características diferentes, formando modelos distintos. Para a verificação final, percorre-se cada uma das árvores e verifica-se qual o resultado que ela determinou para cada uma das variáveis, escolhendo o resultado a partir de um processo de “votação”.

3.4.3 Análise dos resultados

Nesta fase, utilizou-se a linguagem de programação *Python* para o desenvolvimento do modelo e análise dos resultados, o código pode ser observado no Apêndice 2. Analisaram-se os diferentes períodos referentes à crise mundial que

se iniciou em 2020, logo, os três primeiros anos de análise não sofreram influência da Pandemia de Covid-19 em seus dados, o quarto sofreu na dependente e o último em todas as variáveis possíveis, sendo assim, aproveitou-se o método de janela rolante. Desta maneira, utilizam-se dois anos de dados para treinar o modelo, e as variáveis do ano seguinte são utilizadas para a validação do mesmo, logo, obteve-se 5 janelas, sendo a primeira treinada com os dados de 2014 e 2015 e validada com os dados de 2016, assim por diante, até a utilização dos anos de 2018 e 2019, para treino e validação no ano de 2020.

A divisão citada anteriormente justifica-se, pois se aproxima de 70% dos dados para treino e 30% para teste, como aferido por Antulov-Fantulin et al. (2021). Os dados de treino foram balanceados em relação à variável dependente, assim como feito por Antulov-Fantulin et al. (2021), pois a amostra desbalanceada pode fazer com que na hora da validação o modelo classifique mais de acordo com o que tinha em maior quantidade, sendo necessário a biblioteca *imblearn.over_sampling* para este objetivo.

Para a análise de desempenho do modelo, utilizou-se o *Classification-Report*, disponível na biblioteca *sklearn.metrics*, o qual retorna 4 resultados, o *precision* representa a quantidade de acertos em relação ao total de previsões realizadas, enquanto o *recall* retorna a porcentagem de dados classificados corretamente em relação às situações reais. O *F1-Score* é uma média harmônica dos dois anteriores, e a acurácia representa o resultado geral do modelo (Chen, 2021).

Os resultados das previsões são dados em forma de probabilidade da ocorrência ou não do estresse fiscal, no entanto, algumas chances são baixas, como, por exemplo, 51% de chances de ocorrer o estresse fiscal ou de cobrir as despesas do período. Está é uma área nomeada de cinzenta, a qual não se sabe ao certo o que irá acontecer no futuro, diante disso, ela pode ser retirada para uma melhor avaliação (Altman et al., 2013).

O objetivo deste procedimento é diminuir os erros do tipo I e tipo II, os quais são complementos do *recall*, sendo o primeiro do estresse fiscal e o segundo da não ocorrência do problema. A primeira falha ocorre quando o município analisado não passou pela situação de estresse fiscal, porém, foi previsto passar, enquanto a segunda acontece quando o ente subnacional enfrentou o problema, porém foi previsto que não enfrentaria (Antulov-Fantulin et al., 2021). Logo, o segundo é mais problemático que o primeiro.

Para a análise da importância das variáveis, utilizou-se a ferramenta *feature_importances_* da biblioteca *matplotlib.pyplot*, a qual retorna valores em porcentagem para classificar quais foram os principais indicadores.

Por fim, analisou-se também a curva ROC, assim como feito por Antulov-Fantulin et al. (2021) para análise do desempenho da previsão. A curva ROC projeta no gráfico a taxa de verdadeiro positivo (VP) no eixo y e a taxa de falso positivo (FP) no eixo x. Em outras palavras, VP é a taxa caracterizada de maneira correta e FP de maneira errada.

$$Recall = \frac{VerdadeiroPositivo}{VerdadeiroPositivo + FalsoNegativo}$$

$$Fall-out = \frac{FalsoPositivo}{VerdadeiroNegativo + FalsoPositivo}$$

Assim, o desempenho da previsão da curva ROC é calculado pela *Area Under the Curve* (AUC), ou seja, a área representada abaixo da curva no gráfico. De acordo com Antulov-Fantulin et al. (2021), o resultado de AUC da curva é melhor quanto mais próximo de 1, sendo alcançado neste trabalho o valor de 0,973 para a técnica de *Random Forest*, ou seja, o modelo alcançou um alto número de VP se comparado com o FP.

3.5 Resultados

A Tabela 14 apresenta os resultados do modelo, os quais podem ser interessantes para a previsão de estresse fora da época de pandemia, obtendo o *F1-Score* sempre maior que 0,7, porém esses resultados foram sempre menores que 0,5 para a previsão de não estresse. Nos anos de pandemia esses resultados se inverteram, sendo importante observar que a variável dependente do ano de 2019 é referente ao ano de 2020, logo, já existe influência da crise sanitária nos dados.

Tabela 14*Resultados do modelo*

Validação	Condição	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade
2016	Não Estresse (0)	0,44	0,43	0,43	155
	Estresse (1)	0,73	0,75	0,74	330
	Acurácia			0,64	485
2017	Não Estresse (0)	0,24	0,67	0,35	93
	Estresse (1)	0,91	0,61	0,73	507
	Acurácia			0,62	600
2018	Não Estresse (0)	0,78	0,15	0,25	300
	Estresse (1)	0,61	0,97	0,74	404
	Acurácia			0,62	704
2019	Não Estresse (0)	0,66	0,55	0,60	381
	Estresse (1)	0,58	0,69	0,63	344
	Acurácia			0,62	725
2020	Não Estresse (0)	0,85	0,83	0,84	531
	Estresse (1)	0,54	0,58	0,56	189
	Acurácia			0,76	720
Média	Não Estresse (0)	0,594	0,526	0,494	1460
	Estresse (1)	0,674	0,720	0,68	1774
	Acurácia			0,652	3234
Variância	Não Estresse (0)	0,0507	0,0528	0,0430	1460
	Estresse (1)	0,0179	0,0192	0,0053	1774
	Acurácia			0,0029	3234

Nota: *Precision* = acertos em relação ao total de previsões realizadas; *Recall* = dados classificados corretamente em relação às situações reais; *F1-Score* = média harmônica do *precision* e *recall*; Quantidade = Quantidade de municípios em determinada condição e no total; Acurácia = Média de acertos geral do modelo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A acurácia do modelo adaptado foi sempre maior que 0,6, ou seja, o acerto geral do modelo foi sempre maior que 60%. Um dado curioso é que apenas no ano de 2020 este valor foi maior que 0,7, quando o modelo conseguiu alcançar 76% de acerto.

Trussel e Patrick (2018) realizaram pontos de corte em sua amostra conforme o custo do erro e reportaram apenas os resultados para o caso de estresse fiscal. Com a amostra inicial obtiveram um resultado de 0,77 entre os anos de 2007 e 2010, em 2011 foi de 0,17. Diante disso, este trabalho não obteve nenhum resultado melhor que a primeira amostra, no entanto, obteve resultados melhores em todos quando comparado com a segunda do estudo base. No entanto, este trabalho realiza a previsão, enquanto Trussel e Patrick (2018) apenas verificaram o que afeta a condição fiscal dos Governos Locais, diante disso, os resultados deste trabalho tendem a ser mais baixos, porém, conseguem superar em alguns pontos.

3.5.1 Área cinzenta

Tais áreas são marcadas pela incerteza, com uma baixa probabilidade de ocorrer previsto pelo modelo (Altman et al., 2013), logo, a retirada dessas áreas é operacionalizada visando melhorar os índices de acerto. dessa forma, realizou-se 5 pontos de corte: no primeiro cortou-se todos na faixa de 45% e 55%, no segundo, entre 60% e 40%, no terceiro, entre 65% e 35%, no quarto, entre 30% e 70%, e, por fim, entre 25% e 75%.

A Tabela 15 apresenta que de maneira geral os valores de acerto dos modelos tendem a aumentar conforme se dilata a área dos pontos de corte, essa regra falha apenas para o último de ano de previsão. Verifica-se ainda no último ponto de corte, exceto o ano de 2019, que obteve 0,79, todos os valores da acurácia foram maiores que 0,8, ou seja, obteve-se um acerto geral antecipadamente maior do que 80%, sendo valores próximos ao trabalho de Chen (2021), que acertou 85%, e no ano de 2017 obteve-se um acerto de 0,87, sendo melhor que a referência citada anteriormente.

Tabela 15*Resultados do modelo após a retirada de baixas probabilidades*

Validação	Condição	Corte de 45% a 55%				Corte de 40% a 60%			
		<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade
2016	Não Estresse (0)	0,47	0,44	0,45	124	0,44	0,41	0,42	88
	Estresse (1)	0,76	0,78	0,77	288	0,79	0,81	0,79	236
	Acurácia			0,68	412			0,70	324
2017	Não Estresse (0)	0,24	0,65	0,36	74	0,23	0,75	0,36	44
	Estresse (1)	0,92	0,66	0,76	430	0,96	0,69	0,80	353
	Acurácia			0,65	504			0,70	397
2018	Não Estresse (0)	0,80	0,13	0,22	262	0,83	0,09	0,17	207
	Estresse (1)	0,63	0,98	0,76	392	0,66	0,99	0,79	371
	Acurácia			0,64	654			0,67	578
2019	Não Estresse (0)	0,66	0,51	0,58	282	0,63	0,48	0,55	180
	Estresse (1)	0,60	0,73	0,66	284	0,66	0,78	0,71	233
	Acurácia			0,62	566			0,65	413
2020	Não Estresse (0)	0,86	0,85	0,86	462	0,86	0,88	0,85	381
	Estresse (1)	0,60	0,61	0,60	164	0,65	0,61	0,63	141
	Acurácia			0,79	626			0,81	522
Média	Não Estresse (0)	0,606	0,516	0,494	1204	0,598	0,522	0,470	900
	Estresse (1)	0,702	0,752	0,71	1558	0,744	0,776	0,744	1334
	Acurácia			0,676	2762			0,706	2234
Variância	Não Estresse (0)	0,0515	0,0568	0,0472	1204	0,0567	0,0762	0,0510	900
	Estresse (1)	0,0153	0,0163	0,0046	1558	0,0143	0,0163	0,0043	1334
	Acurácia			0,0036	2762			0,0030	2234

Corte de 35% a 65%				Corte de 30% a 70%				Corte de 25% a 75%			
<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	Quantidade
0,47	0,40	0,44	67	0,47	0,39	0,42	44	0,50	0,42	0,46	33
0,81	0,85	0,83	198	0,84	0,88	0,86	160	0,87	0,90	0,88	139
		0,74	265			0,77	204			0,81	172
0,21	0,73	0,32	26	0,23	0,74	0,35	19	0,27	0,62	0,37	13
0,97	0,75	0,85	291	0,98	0,81	0,89	245	0,97	0,89	0,93	197
		0,75	317			0,81	264			0,87	210
0,83	0,09	0,16	168	0,82	0,09	0,16	105	0,71	0,07	0,12	74
0,70	0,99	0,82	357	0,77	0,99	0,87	325	0,81	0,99	0,89	294
		0,70	525			0,77	430			0,81	368
0,63	0,46	0,53	123	0,65	0,42	0,51	66	0,53	0,25	0,34	36
0,70	0,83	0,76	191	0,79	0,90	0,84	156	0,82	0,94	0,87	129
		0,68	314			0,76	222			0,79	165
0,86	0,89	0,87	317	0,87	0,88	0,88	223	0,86	0,86	0,86	148
0,68	0,63	0,66	124	0,73	0,70	0,72	101	0,75	0,75	0,75	83
		0,81	441			0,83	324			0,82	231
0,600	0,514	0,464	701	0,608	0,504	0,464	457	0,574	0,444	0,430	304
0,772	0,810	0,784	1161	0,822	0,856	0,836	987	0,844	0,894	0,864	842
		0,736	1862			0,788	1444			0,820	1146
0,0580	0,0767	0,0565	701	0,0554	0,0777	0,0565	457	0,0400	0,0764	0,0587	304
0,0118	0,0140	0,0047	1161	0,0074	0,0093	0,0036	987	0,0054	0,0064	0,0036	842
		0,0020	1862			0,0007	1444			0,0007	1146

Nota: *Precision* = acertos em relação ao total de previsões realizadas; *Recall* = dados classificados corretamente em relação às situações reais; *F1-Score* = média harmônica do precision e recall; Quantidade = Quantidade de municípios em determinada condição e no total; Acurácia = Média de acertos geral do modelo.

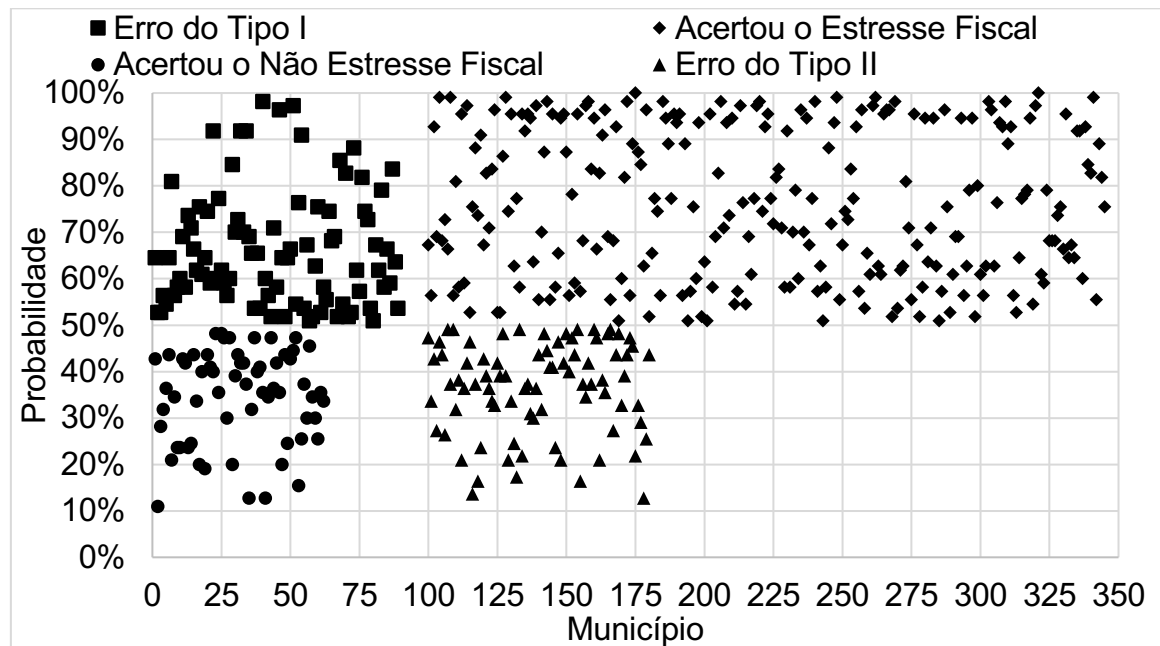
Fonte: Dados da pesquisa.

Foram plotadas cinco figuras para a visualização da quantidade de erros do tipo I e II, além dos acertos em relação à previsão de estresse fiscal e não estresse. O eixo X dos gráficos é referente à quantidade de municípios, e o Y à probabilidade de estresse fiscal, ressaltando-se que quando a probabilidade é menor que 50% foi previsto que o ente subnacional não enfrentaria o problema. Diante disso é possível visualizar 4 partes, sempre começando em valores possíveis de se verificar no eixo X, para uma melhor leitura.

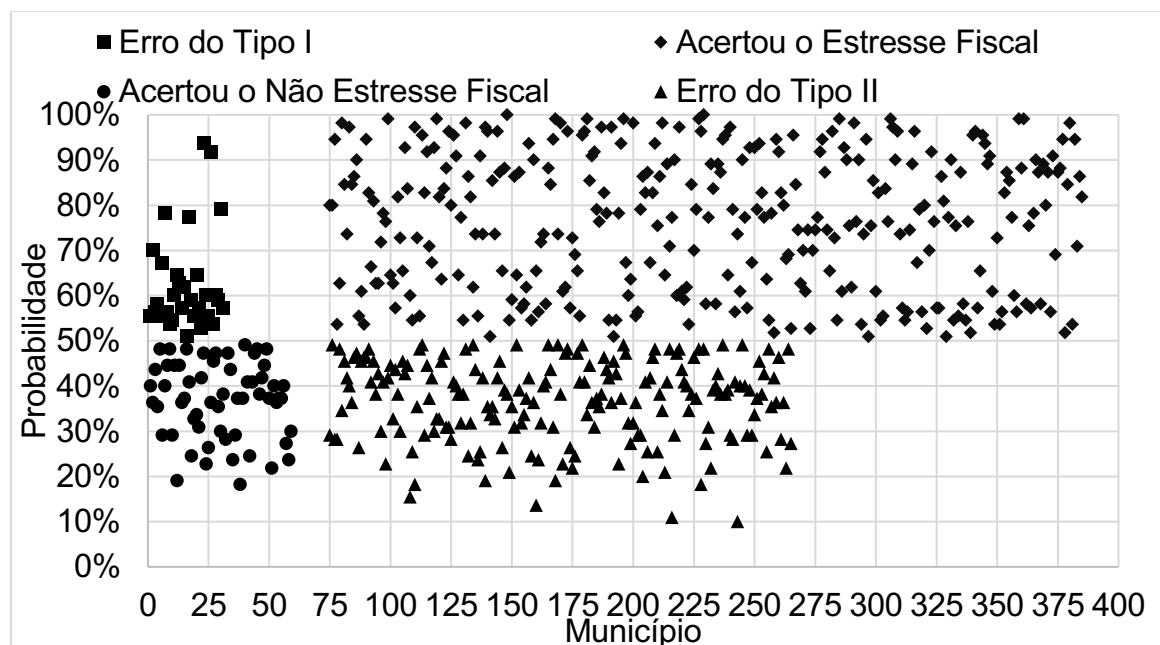
Analisando as cinco figuras, verifica-se uma maior concentração de erros no tipo I do que no segundo, não sendo verdade apenas para o ano de previsão de 2017. É possível verificar ainda, conforme aumentam tais probabilidades, menores são as chances de os problemas ocorrerem, sendo importante destacar que o objetivo de diminuir tais ocorrências e melhorar a média geral de acertos do modelo foi alcançada.

Nesse sentido, considera-se apenas dez municípios previstos que não enfrentariam o estresse fiscal, passaram pelo problema quando analisado acima dos 85%, e nenhum, se analisar acima dos 90%. Destaca-se ainda que no ano de 2019 não houve nenhum erro deste tipo sobre 80%. Se analisado quando o ente subnacional foi previsto não enfrentar o problema, mas enfrentou, nota-se um maior número de ocorrências, sendo 22 vezes se o ponto de corte for maior que 90% e 5 vezes acima de 95%.

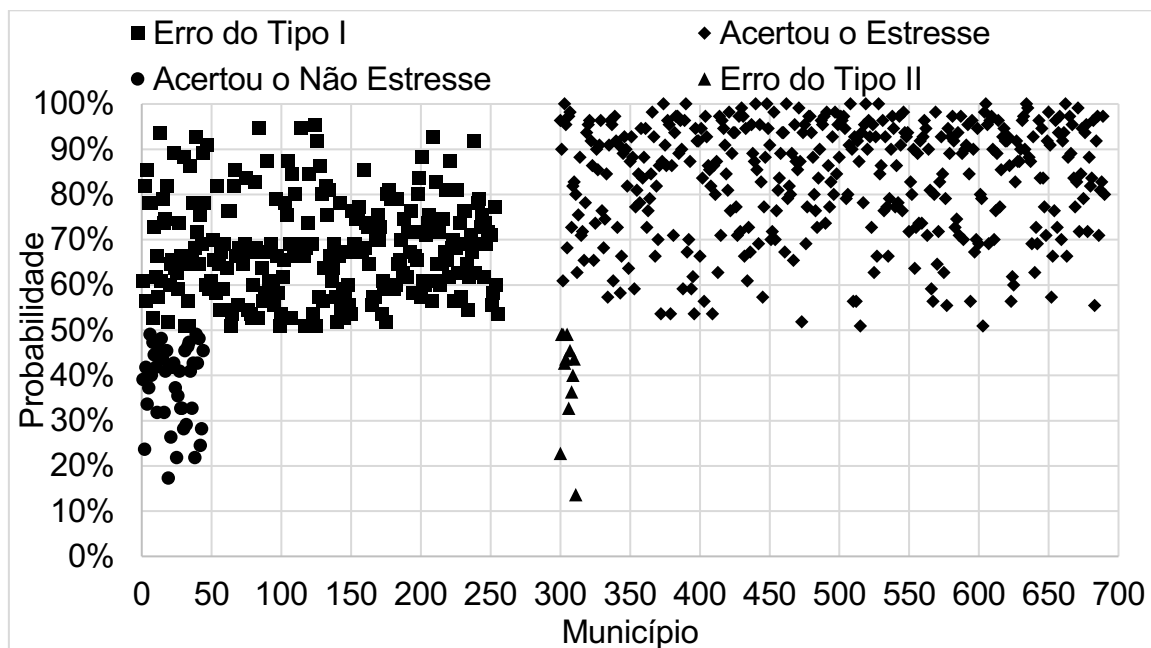
Também é possível verificar visualmente o que foi debatido sobre as mudanças de acertos quanto aos períodos anteriores à pandemia e quando os dados possuem influência da crise sanitária, uma vez que, nos anos de 2016, 2017 e 2018, o modelo possui um maior número de acertos para a previsão de estresse fiscal, sendo no mínimo quatro vezes maior. Paralelamente, no ano de 2019 o número de ambos os acertos quase se iguala; e em 2020, o modelo acertou, aproximadamente, quatro vezes mais para a previsão de não enfrentamento do problema.

Figura 5*Resultado da previsão de 2016*

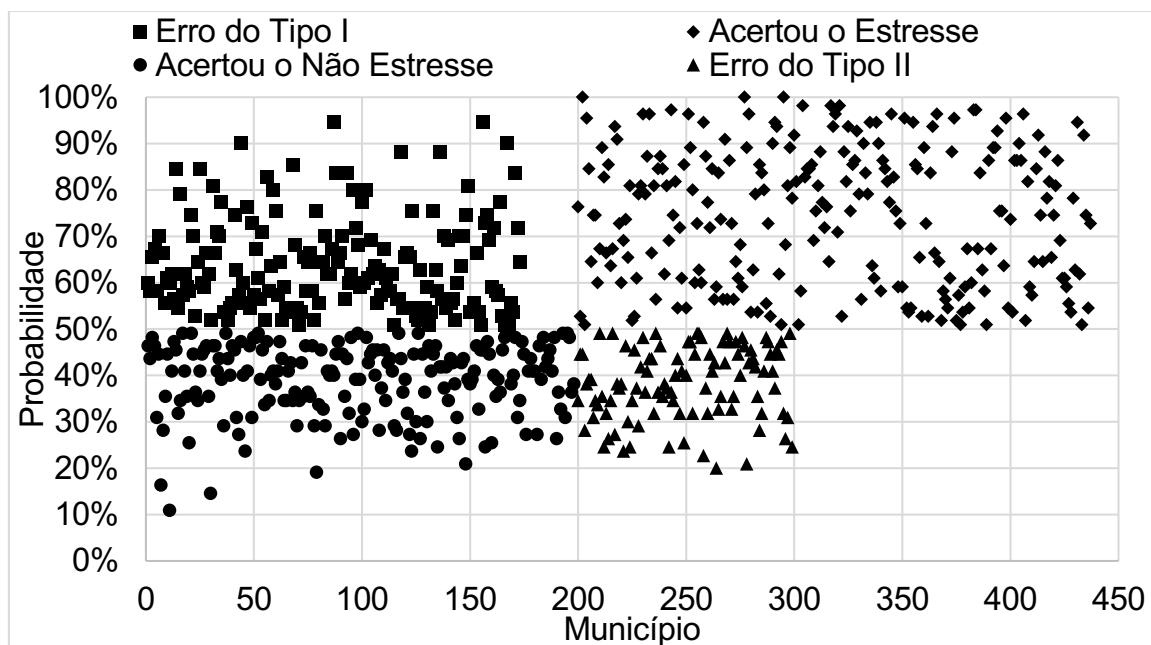
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6*Resultado da previsão de 2017*

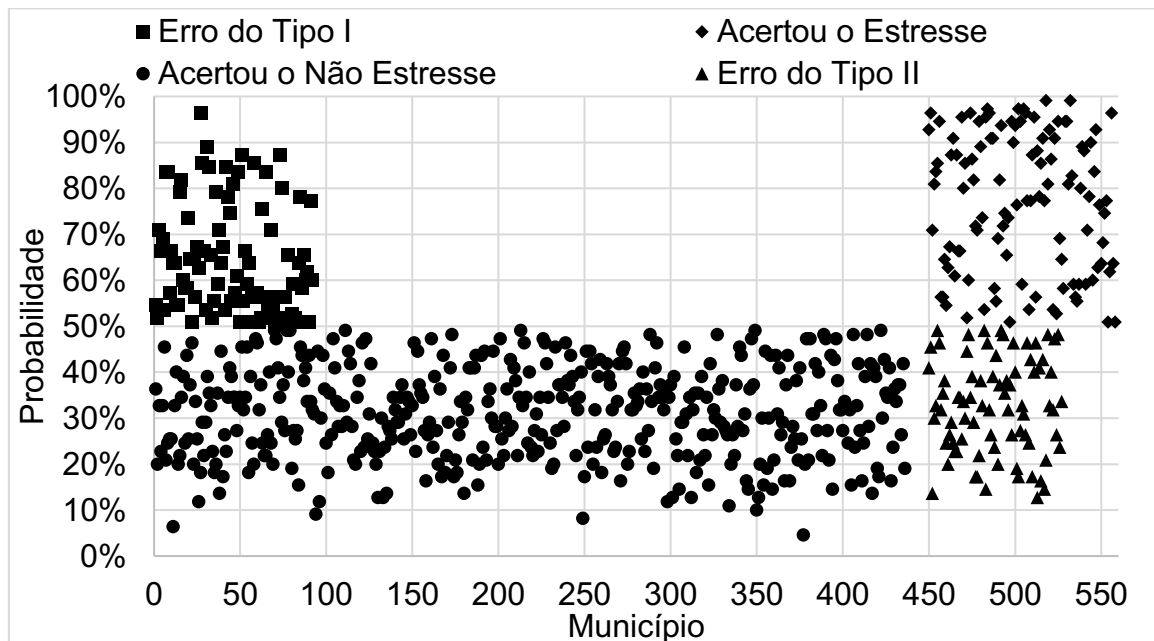
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7*Resultado da previsão de 2018*

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8*Resultado da previsão de 2019*

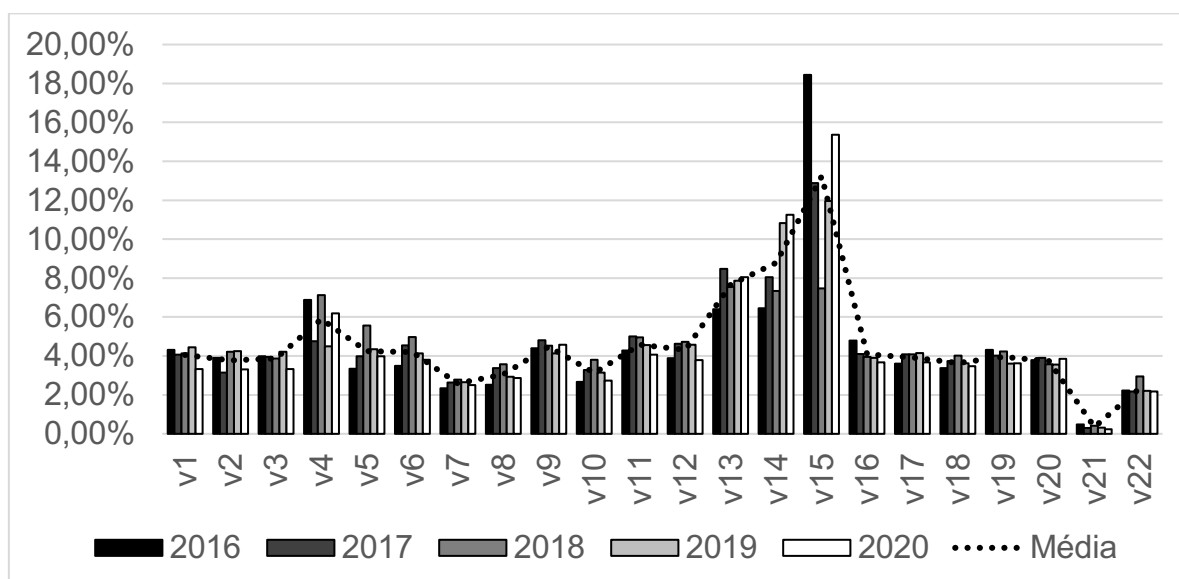
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9*Resultado da previsão de 2020*

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.5.2 Importância das variáveis

A Figura 10 expõe que na média geral dos anos, as variáveis mais importantes foram as 3 baseadas na liquidez, ou seja, V13 (7,67%), V14 (8,78%) e V15 (13,23%). Este resultado pode estar ligado ao achado de Iacuzzi (2022), o qual verificou que apesar de as variáveis de estudos deste campo de estudo não convergirem, nota-se uma concentração em indicadores baseados na liquidez. Tal verificação pode estar relacionada também à verificação de crise fiscal, pois se verifica o curto prazo. Ademais, a V15 é a mais importante em todos os anos, exceto na previsão de 2018, que foi a segunda mais importante.

Figura 10*Importância das variáveis*

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, a média geral de importância das variáveis foi de 4,54%, e além das 3 anteriores citadas, as variáveis V4 (5,89%) e V11 (4,57%) também ficaram acima da média e as demais abaixo. Diante disso, este resultado corrobora a visão de Lima e Diniz (2016), uma vez que, apesar de a posição operacional ser importante, ela não pode ser considerada como dependente, assim como feito por McDonald e Larson (2020), pois o problema em si, é quando se gasta mais do que se ganha em diversos períodos seguidos, ou quando se cria reservas em vários anos seguidos sem justificativa. Diante disso, tal variável pode ser utilizada para a verificação do declínio em longo prazo e corrobora-se ainda o objetivo da LRF, sendo o equilíbrio de receitas e despesas.

Dentre as variáveis que ficaram abaixo da média, destacam-se a V21 (0,35%) e V22 (2,35%), que foram as que menos demonstraram importância, sendo importante ressaltar que uma é ambiental e a outra organizacional, não corroborando os estudos de Groves e Valente (2003). Verifica-se também que este resultado não está de acordo com as proposições de Antulov-Fantulin et al. (2021), o qual consideraram que alguns indicadores referentes à região são mais importantes que dados financeiros para a previsão, e a verificação de Silva et al. (2020), que consideram a região um dado fundamental para se verificar a gestão fiscal no Brasil.

Além disso, as outras duas variáveis ambientais, também apresentaram baixa importância, sendo V18 (3,65%) e V20 (3,73%). Desta maneira, possivelmente as variáveis do fator financeiro podem já conter os efeitos dos demais fatores.

Destaca-se ainda a importância das variáveis referentes a despesas com saúde e educação, as quais também ficaram abaixo da média. Este é um importante resultado, visto as lições apreendidas por Vieira (2016), pois se tais recursos não estão afetando de maneira significativa o estresse fiscal, não existem razões para promover programas de austeridade fiscal que podem gerar diversos problemas sociais.

No entanto, é preciso prudência, uma vez que, segundo Dantas Junior et al. (2019), tais despesas influenciaram no estresse fiscal de municípios brasileiros. Esta contradição pode ser referente a análise, em virtude de a verificação do que influencia utiliza variáveis do mesmo ano, enquanto a previsão utiliza variáveis do período seguinte.

3.5.3 Importância das variáveis durante os diferentes períodos

Os resultados obtiveram mudanças significativas para o período da crise sanitária internacional. Além disso, a variável caixa por dívidas mudou seus resultados, sendo que entre os anos de 2016 e 2018 tais valores ficaram em torno de 8%, e nos dois últimos anos tais resultados foram de aproximadamente 11%. Desta maneira, tal resultado corrobora a pontuação realizada por Maher et al. (2020), ou seja, as organizações sem fins lucrativos precisam de reservas financeiras para os períodos de turbulências na economia.

As variáveis gasto com pessoal e desembolso de capital também obtiveram mudanças entre o primeiro período para o da crise sanitária, porém foram menos voláteis e diminuíram sua importância. A primeira variável citada obteve os resultados para os três primeiros anos em torno de 4,3%, e nos dois últimos em torno de 3,5%, ressaltando-se que tais números foram sempre decrescentes, enquanto a segunda obteve valores sempre maiores que 4% para os três primeiros anos e para os últimos de aproximadamente 3,6%.

As demais variáveis não obtiveram tendência de mudança de resultado entre os dois períodos analisados. Diante disso, verifica-se em termos percentuais que a variável caixa por dívidas aumentou sua importância diante da crise, enquanto as

variáveis gasto com pessoal e desembolso de capital diminuíram. No entanto, a primeira modificou-se de maneira mais intensa.

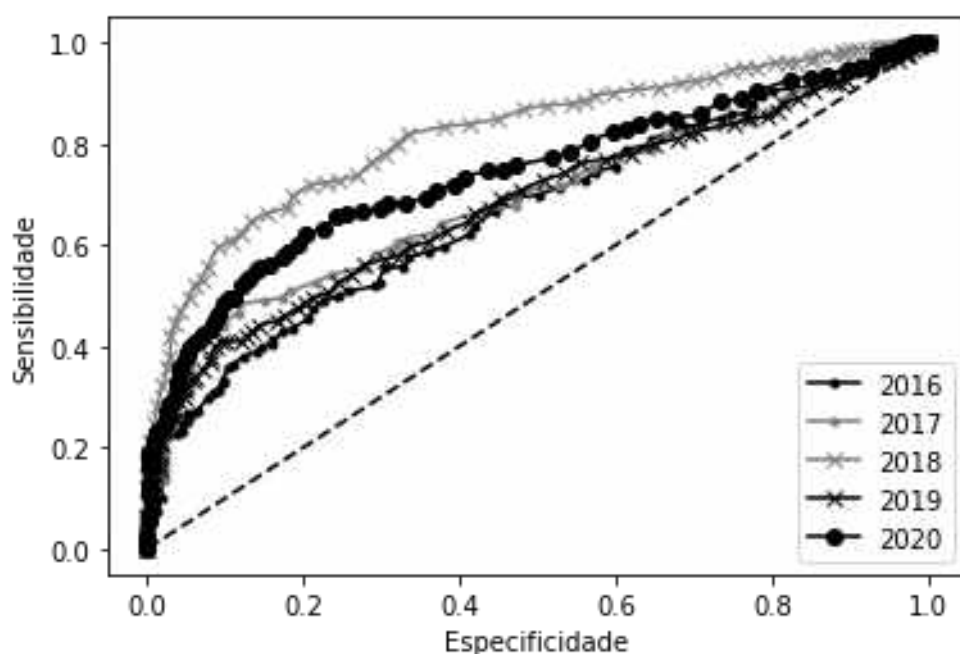
3.5.4 Curva ROC

Analisando a Figura 11, os resultados foram inferiores aos apresentados por Antulov-Fantulin et al. (2021), ou seja, tais resultados de VP quando comparados com FP foram piores, pois o trabalho citado apresentou o resultado de 0,973, enquanto o máximo alcançado neste modelo foi de 0,821 no ano de 2018 e o menor de 0,667 em 2016. Isso pode estar relacionado à quantidade de dados, pois o trabalho citado pesquisou 8 anos sem dividir a pesquisa em janela rolante. Diante disso, os 30% utilizados para validação do modelo devem estar em um momento de melhor resultado, assim como 2018, nesta dissertação. No entanto, o valor ainda foi consideravelmente menor.

Apesar da variância dos resultados nos anos analisados, os anos com influência da pandemia nos dados e sem não apresentaram uma tendência, pois no ano de 2019 obteve resultado melhor que 2016 e pior que 2017, e o ano de 2020 apresentou resultado melhor que 2017 e pior que 2018.

Figura 11

Curva ROC



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.6 Conclusões do modelo

A análise da condição financeira tem sido amplamente investigada e debatida pela academia no contexto internacional, mais recentemente este assunto vem ganhando força na literatura brasileira. A condição fiscal é parte da citada anteriormente e pode estar diretamente ligada a esta, desta maneira, um ente que possui estresse fiscal pode resultar na queda de serviços à população. Logo, cenários de crises e novas metodologias podem ser dois pontos que incentivam os pesquisadores a buscar novos resultados e análises.

Sendo assim, este artigo adaptou um modelo recente com o objetivo de analisar o que impacta a condição fiscal de municípios e utilizou a técnica RF de Inteligência Artificial para investigar os resultados, uma vez que tais técnicas têm demonstrado resultados interessantes ultimamente.

Como objetivo inicial, buscou-se prever com um ano de antecedência quais os municípios de Minas Gerais poderiam ou não enfrentar o estresse fiscal, o que possibilitou a comparação de resultados com outros trabalhos que realizaram o mesmo ou buscaram verificar os acertos para o mesmo ano.

O resultado inicial superou uma das duas amostras primárias de Trussel e Patrick (2018), na qual foi baseada a adaptação deste modelo, no entanto, estes autores estavam buscando o que influencia tal condição. Após a realização de pontos de cortes nas probabilidades do modelo, em um deles foi possível superar também o resultado de Chen (2021), que previu tal situação.

O modelo obteve também diferentes resultados para os diferentes períodos analisados, pois houve uma mudança significativa quando observados os resultados da previsão de estresse fiscal e do não acontecimento deste problema, se verificado em momentos que os dados (independentes e/ou dependentes) tiveram influência ou não da pandemia.

Quando analisada a importância das variáveis, as mais importantes estão ligadas à liquidez do município, corroborando o achado de Iacuzzi (2022), além de ir de encontro à visão de Lima e Diniz (2016) sobre a posição operacional, pois a mesma é importante, porém, não deveria ser considerada dependente. No entanto, constata-se uma menor importância da mesorregião, contrapondo o resultado de Antulov-Fantulin et al. (2021). Além de verificar-se que os fatores ambiental e

organizacional não demonstraram importância para a análise, não corroborando desta maneira a definição de Groves e Valente (2003) e Groves et al. (1981).

Por fim, os resultados da área abaixo da curva ROC foram inferiores ao trabalho de Antulov-Fantulin et al. (2021) em todas as janelas rolantes analisadas. Diante disso, admite-se que os valores de VP, se comparados aos valores de FP, poderiam ser melhores.

Embora apresente algumas melhorias, este trabalho possui limitações, como o pequeno período pesquisado, pois a base do SICONFI possui dados apenas após 2014, além de se investigar apenas municípios de um estado brasileiro. Desta maneira, sugere-se como trabalho futuro uma ampliação do tempo de pesquisa, analisando o período pós-pandemia, bem como uma análise de todos os municípios brasileiros. Além disso, verifica-se a possibilidade de empregar outras metodologias de Inteligência Artificial, assim como mais variáveis dos fatores ambiental e organizacional.

4 CONCLUSÃO FINAL

A dissertação foi dividida em dois artigos, no primeiro o objetivo foi realizar uma revisão bibliográfica e sistemática da literatura, a fim de entender mais sobre o assunto e buscar oportunidades de pesquisa da Condição Financeira Governamental no Brasil.

Foi possível observar 9 lacunas de pesquisa de acordo com o cruzamento de objetivos, metodologias e categorias de variáveis. Além disso, verificou-se um assunto ainda incipiente no Brasil, pois não foi encontrado nenhum trabalho neste país, apesar de uma literatura densa em países desenvolvidos. Porém o tema tem sido debatido pela academia após os problemas enfrentados nacionalmente em 2016 e anteriormente.

Diante disso, decidiu-se pesquisar a lacuna 6 do artigo I no artigo II. Pois, não se encontrou trabalhos brasileiros que realizassem a previsão de estresse fiscal em municípios, além de tal lacuna utilizar IA, o que pode ser o futuro das pesquisas no tema. Logo, o objetivo final foi realizar a previsão de estresse fiscal em municípios de Minas Gerais, utilizando inteligência artificial como metodologia e verificando as categorias de posição operacional, restrições intergovernamentais e choques exógenos.

Para o alcance do objetivo, utilizou-se como base o modelo de Trussel e Patrick (2018), realizando algumas adaptações de acordo com os fatores de variáveis e contexto brasileiro. Cita-se ainda o *stress test* de Bowman e Calia (1997), utilizado como variável dependente, pois está de acordo com a literatura acadêmica e encaixa-se no contexto do país pesquisado.

Os resultados do segundo artigo podem ser considerados interessantes se comparados aos anteriores apresentados pela literatura. Pois conseguiu superar parcialmente alguns resultados anteriores (Chen, 2021; Trussel & Patrick, 2018), no entanto nota-se um valor consideravelmente baixo da curva ROC se comparado ao trabalho de Antulov-Fantulin et al. (2021).

Por fim, destaca-se a oportunidade de crescimento do assunto no Brasil, o avanço da utilização de novas metodologias de pesquisa, assim como a oportunidade de pesquisas considerando-se pós período de Covid-19, sendo que tais eventos são de suma importância para a Condição Financeira Governamental.

Referências

- Altman, E. I., Danovi, A., & Falini, A. (2013). Z-Score Models' Application to Italian Companies Subject to Extraordinary Administration. *Journal of Applied Finance (Formerly Financial Practice and Education)*, 23(1), 1–10. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2686750
- Antulov-Fantulin, N., Lagravinese, R., & Resce, G. (2021). Predicting bankruptcy of local government: A machine learning approach. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 183, 681–699. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.01.014>
- Benito, B., Bastida, F., & Muñoz, M. J. (2010). Explanatory factors of the municipal fiscal burden. *Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review*, 13(2), 239–283. [https://doi.org/10.1016/S1138-4891\(10\)70018-2](https://doi.org/10.1016/S1138-4891(10)70018-2)
- Bisogno, M., Cuadrado-Ballesteros, B., Santis, S., & Citro, F. (2019). Budgetary solvency of Italian local governments: an assessment. *International Journal of Public Sector Management*, 32(2), 122–141. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-11-2017-0328>
- Bolognesi, B., Ribeiro, E., & Codato, A. (2023). Uma Nova Classificação Ideológica dos Partidos Políticos Brasileiros. *Dados*, 66(2). <https://doi.org/10.1590/dados.2023.66.2.303>
- Bowman, W., & Calia, R. (1997). *Evaluating Local Government Financial Health: Financial Indicators*. The civic federation.
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brown, K. W. (1993). The 10-point test of financial condition: Toward an easy-to-use assessment tool for smaller cities. *Government Finance Review*, 9, 1–21.
- Buendía-Carrillo, D., Lara-Rubio, J., Navarro-Galera, A., & Gómez-Miranda, M. E. (2020). The impact of population size on the risk of local government default. *International Tax and Public Finance*, 27(5), 1264–1286. <https://doi.org/10.1007/s10797-020-09591-9>
- Chen, D. (2021). Risk Assessment of Government Debt Based on Machine Learning Algorithm. *Complexity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3686692>
- Chung, I. H., & Williams, D. (2021). Local governments' responses to the fiscal stress label: the case of New York. *Local Government Studies*, 47(5), 808–835. <https://doi.org/10.1080/03003930.2020.1797693>

- Clark, T. N. (1977). Fiscal Management of American Cities: Funds Flow Indicators. *Journal of Accounting Research*, 15, 54–94. <https://doi.org/10.2307/2490632>
- Clark, T. N. (1994). Municipal fiscal strain: Indicators and causes. *Government Finance Review*, 10, 1–27.
- Cohen, S., Costanzo, A., & Manes-Rossi, F. (2017). Auditors and early signals of financial distress in local governments. *Managerial Auditing Journal*, 32(3), 234–250. <https://doi.org/10.1108/MAJ-05-2016-1371>
- Cohen, S., Doumpos, M., Neofytou, E., & Zopounidis, C. (2012). Assessing financial distress where bankruptcy is not an option: An alternative approach for local municipalities. *European Journal of Operational Research*, 218(1), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.10.021>
- Crosby, A., & Robbins, D. (2013). Mission impossible: Monitoring municipal fiscal sustainability and stress in Michigan. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 25(3), 522.
- Cutler, A., Cutler, D. R., & Stevens, J. R. (2012). Random Forests. Em *Ensemble Machine Learning* (p. 157–175). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7_5
- Dantas Junior, A. F., Diniz, J. A., & Lima, S. C. de. (2019). A INFLUÊNCIA DO FEDERALISMO FISCAL SOBRE O ESTRESSE FISCAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 12(3), 062–078. <https://doi.org/10.14392/asaa.2019120304>
- Dantas-Júnior, A. F. (2018). *A INFLUÊNCIA DO FEDERALISMO FISCAL SOBRE O ESTRESSE FISCAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS* [Universidade Federal da Paraíba]. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13039>
- Donato, S. (2020). *FATORES FINANCEIROS DETERMINANTES DO STRESS FISCAL DOS ESTADOS BRASILEIROS* [Universidade Federal do Rio Grande do Norte]. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32164>
- Ensslin, L., Ensslin, S. R., Lacerda, R. T. O., & Tasca, J. E. (2010a). *Processo de Seleção de Portfólio Bibliográfico*.
- Ensslin, L., Ensslin, S. R., Lacerda, R. T. O., & Tasca, J. E. (2010b). *ProKnow-C, Knowledge Development Process Constructivist*. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI.
- Fernandes, A. S. A., Pinheiro, L. S., Nascimento, A. B. F. M. do, & Grin, E. J. (2020). Uma análise dos consórcios intermunicipais para serviços de tratamento de resíduos

- sólidos a partir da ação coletiva institucional. *Revista de Administração Pública*, 54(3), 501–523. <https://doi.org/10.1590/0034-761220190237>
- Freitas, D. C. de, & Queiroz, D. B. de. (2019). Influência da Condição Financeira Sobre os Gastos com Investimento nos Estados Brasileiros. *XIX USP International Conference in Accounting*, 1–14. <https://congress USP.fipecafi.org/anais/19UsplInternational/ArtigosDownload/1641.pdf>
- Galariotis, E., Guyot, A., Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2016). A novel multi-attribute benchmarking approach for assessing the financial performance of local governments: Empirical evidence from France. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 301–317. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.042>
- García-Sánchez, I. M., Cuadrado-Ballesteros, B., Frías-Aceituno, J. V., & Mordan, N. (2012). A New Predictor of Local Financial Distress. *International Journal of Public Administration*, 35(11), 739–748. <https://doi.org/10.1080/01900692.2012.679173>
- Gerrish, E., & Spreen, T. L. (2017). Does benchmarking encourage improvement or convergence? Evaluating North Carolina’s fiscal benchmarking tool. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 27(4), 596–614. <https://doi.org/10.1093/jopart/mux018>
- Objectives of financial reporting: concept statement n. 1, Norwalk: Governmental Accounting Standards Series (1987).
- Groves, S. M., Godsey, W. M., & Shulman, M. A. (1981). Financial Indicators for Local Government. *Public Budgeting & Finance*, 1(2), 5–19. <https://doi.org/10.1111/1540-5850.00511>
- Groves, S. M., & Valente, M. G. (2003). *Evaluating financial condition: A handbook for local government*. The international City/Country Management Association – ICMA.
- Hendrick, R. (2004). Assessing and measuring the fiscal health of local governments: Focus on Chicago suburban municipalities. *Urban Affairs Review*, 40(1), 78–114. <https://doi.org/10.1177/1078087404268076>
- Honadle, B. W. (2003). The states’ role in U.S. local government fiscal crises: A theoretical model and results of a national survey. *International Journal of Public Administration*, 26(13), 1431–1472. <https://doi.org/10.1081/PAD-120024405>
- Honadle, B. W., & Lloyd-Jones, M. (1998). Analyzing Rural Local Governments’ Financial Condition: An Exploratory Application of Three Tools. *Public Budgeting & Finance*, 18(2), 69–86. <https://doi.org/10.1046/j.0275-1100.1998.01135.x>

- Iacuzzi, S. (2022). An appraisal of financial indicators for local government: a structured literature review. *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 34(6), 69–94. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-04-2021-0064>
- Índice FIRJAN de Gestão Fiscal. (2021). Recuperado de <https://www.firjan.com.br/ifgf/>
- Jones, S., & Walker, R. G. (2007). Explanators of local government distress. *Abacus*, 43(3), 396–418. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00238.x>
- Jucá, M. N., & Fishlow, A. (2021). Political uncertainty of impeachment upon corporate investment decisions. *Borsa Istanbul Review*, 21(2), 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2020.09.007>
- Kluza, K. (2017a). Changes in the credit risk profile of polish local governments. An assessment of unsystematic risk. *Argumenta Oeconomica*, 39(2), 167–192. <https://doi.org/10.15611/aoe.2017.2.07>
- Kluza, K. (2017b). Risk assessment of the local government sector based on the ratio analysis and the DEA method. Evidence from Poland. *Eurasian Economic Review*, 7(3), 329–351. <https://doi.org/10.1007/s40822-017-0075-z>
- Lara-Rubio, J., Rayo-Cantón, S., Navarro-Galera, A., & Buendia-Carrillo, D. (2017). Analysing credit risk in large local governments: an empirical study in Spain. Em *Local Government Studies* (Vol. 43, Issue 2, p. 194–217). Routledge. <https://doi.org/10.1080/03003930.2016.1261700>
- LEI COMPLEMENTAR Nº 101, DE 4 DE MAIO DE 2000, (2000). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm
- Leiser, S., Wang, S., & Kargman, C. (2021). Perceptions of Local Government Fiscal Health and Fiscal Stress: Evidence From Quantile Regressions With Michigan Municipalities and Counties. *State and Local Government Review*, 53(4), 317–336. <https://doi.org/10.1177/0160323X211038356>
- Lima, S. C. de, & Diniz, J. A. (2016). Contabilidade Pública - Análise Financeira Governamental (1º ed). São Paulo: Atlas.
- Lin, T. C. W. (2019). Artificial Intelligence, Finance, and the Law. *Fordham Law Review*, 88(2), 531–551. <https://ir.lawnet.fordham.edu/flr/vol88/iss2/6>
- Lobo, F. C., Ramos, P., & Lourenço, Ó. (2011). Causes of financial distress of Portuguese municipalities: empirical evidence. *International Journal Monetary Economics and Finance*, 4(4), 390–409. <https://doi.org/10.1504/IJMEF.2011.043402>

- Maier, C. S., Hoang, T., & Hindery, A. (2020). Fiscal Responses to COVID-19: Evidence from Local Governments and Nonprofits. *Public Administration Review*, 80(4), 644–650. <https://doi.org/10.1111/puar.13238>
- Malakauskas, A., & Lakstutiene, A. (2021). Financial distress prediction for small and medium enterprises using machine learning techniques. *Engineering Economics*, 32(1), 4–14. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.32.1.27382>
- McDonald, B. D., & Larson, S. E. (2020). Implications of the coronavirus on sales tax revenue and local government fiscal health. *Journal of Public and Nonprofit Affairs*, 6(3), 377–400. <https://doi.org/10.20899/JPNA.6.3.377-400>
- Meyer, D. F., & Neethling, J. R. (2021). An assessment of the financial health of the South African metropolitan municipal regions. *Forum Scientiae Oeconomia*, 9(4), 59–77. https://doi.org/10.23762/FSO_VOL9_NO4_3
- Miller, G. J. (2001). Fiscal health in New Jersey's largest cities. *Cornwall Center Publication Series*.
- Miranda, W. L. L. C. de, Araújo, R. J. R. de, Leite, Í. F., & Nobre, C. J. F. (2018). Avaliação da gestão fiscal nos estados brasileiros: Análise no quinquênio 2011 a 2015. *Revista Mineira de Contabilidade*, 19(1), 55–67. <https://doi.org/10.21714/2446-9114rmc2018v19n1t05>
- Navarro-Galera, A., Lara-Rubio, J., Buendía-Carrillo, D., & Rayo-Cantón, S. (2017). What can increase the default risk in local governments? *International Review of Administrative Sciences*, 83(2), 397–419. <https://doi.org/10.1177/0020852315586308>
- Nobre, C. J. F. (2017). A CONDIÇÃO FINANCEIRA GOVERNAMENTAL E SUA INFLUÊNCIA NA TRANSPARÊNCIA DA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL [Universidade Federal da Paraíba]. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12571>
- Oliveira, D. A., & Magalhães, E. A. (2022). UMA ANÁLISE DOS FATORES EXPLICATIVOS DA SITUAÇÃO FISCAL NOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS. *Contabilidade Vista & Revista*, 33(1), 218–243. <https://doi.org/10.22561/cvr.v33i1.7342>
- Oliveira, T. M. G., Dall'Asta, D., Zonatto, V. C. da S., & Martins, V. A. (2021). Gestão Fiscal Municipal: uma análise sob a ótica do federalismo fiscal e dos ciclos políticos nos governos locais. *Administração Pública E Gestão Social*, 13(4). <https://doi.org/10.21118/apgs.v13i4.11770>

- Palumbo, G., & Zaporowski, M. P. (2012). Determinants of Municipal Bond Ratings for General-Purpose Governments: An Empirical Analysis. *Public Budgeting & Finance*, 32(2), 86–102. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5850.2011.01009.x>
- Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock and stock price index movement using Trend Deterministic Data Preparation and machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42(1), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.040>
- Pina, V., Bachiller, P., & Ripoll, L. (2020). Testing the reliability of financial sustainability. The case of Spanish local governments. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/SU12176880>
- Preston, B. T. (1985). Rich Town, Poor Town: The Distribution of Rate-Borne Spending Levels in the Edwardian City. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 10(1), 77–94. <https://doi.org/10.2307/622251>
- Pridgen, A. K., & Mark Wilder, W. (2013). Relevance of GASB No. 34 to financial reporting by municipal governments. *Accounting Horizons*, 27(2), 175–204. <https://doi.org/10.2308/acch-50377>
- Psycharis, Y., Zoi, M., & Iliopoulou, S. (2016). Decentralization and local government fiscal autonomy: evidence from the Greek municipalities. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(2), 262–280. <https://doi.org/10.1177/0263774X15614153>
- Robbins, G., Turley, G., & McNena, S. (2016). Benchmarking the financial performance of local councils in Ireland. *Administration*, 64(1), 1–27. <https://doi.org/10.1515/admin-2016-0009>
- Rose, S. (2010). Institutions and fiscal sustainability. *Article in National Tax Journal*, 63(4), 807–838. <https://doi.org/10.2307/41791084>
- Sebestova, J., Majerova, I., & Szarowska, I. (2018). Indicators for assessing the financial condition and municipality management. *Administration & Public Management Review*, 2018(31), 97–110. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=718510>
- Silva, M. C. da, Souza, F. J. V. de, Martins, J. D. M., & Câmara, R. P. de B. (2020). Fatores explicativos da gestão fiscal em municípios brasileiros. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 17(42), 26–37. <https://doi.org/10.5007/2175-8069.2020v17n42p26>

- Spreen, T. L., & Cheek, C. M. (2016). Does Monitoring Local Government Fiscal Conditions Affect Outcomes? Evidence from Michigan. *Public Finance Review*, 44(6), 722–745. <https://doi.org/10.1177/1091142115611743>
- Stanley, D. T. (1980). *Managing fiscal stress: the crises in the public sector*. Chatham House Publishers.
- TNT, T. N. T. (2022). *Visão Integrada das Dívidas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios*. <https://www.tesourotransparente.gov.br/historias/visao-integrada-das-dividas-da-uniao-dos-estados-do-distrito-federal-e-dos-municipios>
- Trejo-Nieto, A. (2021). The geography of financial condition in the Mexico City metropolitan area. *Local Economy*, 36(6), 487–504. <https://doi.org/10.1177/02690942211060478>
- Trussel, J. M., & Patrick, P. A. (2013). The symptoms and consequences of fiscal distress in municipalities: An investigation of reductions in public services. *Accounting and the Public Interest*, 13(1), 151–171. <https://doi.org/10.2308/apin-10373>
- Trussel, J. M., & Patrick, P. A. (2018). Assessing and ranking the financial risk of municipal governments. *Journal of Applied Accounting Research*, 19(1), 81–101. <https://doi.org/10.1108/JAAR-05-2016-0051>
- Turati, G., Boetti, L., & Piacenza, M. (2012). Decentralization and Local Governments' Performance: How Does Fiscal Autonomy Affect Spending Efficiency? *FinanzArchiv*, 68(3), 269. <https://doi.org/10.1628/001522112x653840>
- Turley, G., di Medio, R., & McNena, S. (2020). A reassessment of local government's financial position and performance: The case of Ireland. *Administration*, 68(2), 1–35. <https://doi.org/10.2478/admin-2020-0009>
- Turley, G., Robbins, G., & McNena, S. (2015). A Framework to Measure the Financial Performance of Local Governments. *Local Government Studies*, 41(3), 401–420. <https://doi.org/10.1080/03003930.2014.991865>
- Vieira, F. S. (2016). *CRISE ECONÔMICA, AUSTERIDADE FISCAL E SAÚDE: QUE LIÇÕES PODEM SER APRENDIDAS?* http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7266/1/NT_n26_Disoc.pdf
- Walker, R. G., & Jones, S. (2006). AN ALTERNATIVE APPROACH TO IDENTIFYING COUNCILS 'AT RISK'. *Economic Papers*, 25(4), 347–357. <https://doi.org/10.1111/j.1759-3441.2006.tb00407.x>

Zafra-Gómez, J. L., López-Hernández, A. M., & Hernández-Bastida, A. (2009). Developing an alert system for local governments in financial crisis. *Public Money and Management*, 29(3), 175–181. <https://doi.org/10.1080/09540960902891731>

APÊNDICES

Apêndice 1

Portfólio bibliográfico

Autores	Título	Ano	Citações
Groves, S. M., Godsey, W. M. & Shulman, M. A.	Financial Indicators for Local Government	1981	79
Preston, B. T.	Rich town, poor town: the distribution of rate-borne spending levels in the Edwardian city system.	1985	15
Honadle, B. W. & Lloyd-Jones, M.	Analyzing rural local governments' financial condition: An exploratory application of three tools	1998	33
Hendrick, R.	Assessing and measuring the fiscal health of local governments - Focus on Chicago suburban municipalities	2004	110
Walker, R. G. & Jones, S.	An alternative approach to identifying councils 'at risk'	2006	4
Jones, S. & Walker, R. G.	Explanators of local government distress	2007	40
Hajek, P. & Olej, V.	Municipal Creditworthiness Modelling by Kohonen's Self-Organizing Feature Maps and Fuzzy Logic Neural Networks	2008	9
Rose, S.	Institutions and Fiscal Sustainability	2010	39
Mahdavi, S. & Westerlund, J.	Fiscal stringency and fiscal sustainability: Panel evidence from the American state and local governments	2011	34
Feld, L. P., Kirchgässner, G. & Schaltegger, C. A.	Municipal debt in Switzerland: new empirical results	2011	18
Boetti, L., Piacenza, M. & Turati, G.	Decentralization and Local Governments' Performance: How Does Fiscal Autonomy Affect Spending Efficiency?	2012	49
Cohen, S., Doumpos, M., Neofytou, E. & Zopounidis, C.	Assessing financial distress where bankruptcy is not an option: An alternative approach for local municipalities	2012	43
García-Sánchez, I. M., Cuadrado-Ballesteros, B., Frías-Aceituno, J. V. & Mordan, N.	A New Predictor of Local Financial Distress	2012	21
Cabaleiro, R., Buch, E. & Vaamonde, A.	Developing a Method to Assessing the Municipal Financial Health	2013	43
Crosby, A. & Robbins, D.	Mission Impossible: Monitoring municipal fiscal sustainability and stress in Michigan	2013	20
Pridgen, A. K. & Wilder, W. M.	Relevance of GASB No. 34 to Financial Reporting by Municipal Governments	2013	8
Trussel, J. M. & Patrick, P. A.	The symptoms and consequences of fiscal distress in municipalities: An investigation of reductions in public services	2013	9
Turley, G., Robbins, G. & McNena, S.	A Framework to Measure the Financial Performance of Local Governments	2015	25
Bröthaler, J., Getzner, M. & Haber, G.	Sustainability of local government debt: a case study of Austrian municipalities	2015	13
Psycharis, Y., Zoi, M. & Iliopoulou, S.	Decentralization and local government fiscal autonomy: evidence from the Greek municipalities	2016	14
Spreen, T. L. & Cheek, C. M.	Does Monitoring Local Government Fiscal Conditions Affect Outcomes? Evidence from Michigan	2016	14
Ji, H., Ahn, J. & Chapman, J.	The role of intergovernmental aid in defining fiscal sustainability at the sub-national level	2016	10
Robbins, G., Turley, G. & McNena, S.	Benchmarking the financial performance of local councils in Ireland	2016	5
Galarotis, E., Guyot, A., Doumpos, M. & Zopounidis, C.	A novel multi-attribute benchmarking approach for assessing the financial performance of local governments: Empirical evidence from France	2016	20
Gerrish, E. & Spreen, T. L.	Does Benchmarking Encourage Improvement or Convergence? Evaluating North Carolina's Fiscal	2017	15

	Benchmarking Tool		
Cohen, S., Costanzo, A. & Manes-Rossi, F.	Auditors and early signals of financial distress in local governments	2017	13
Navarro-Galera, A., Lara-Rubio, J., Buendía-Carrillo, D. & Rayo-Cantón, S.	What can increase the default risk in local governments?	2017	10
Kluza, K.	Risk assessment of the local government sector based on the ratio analysis and the DEA method. Evidence from Poland	2017	9
Kluza, K.	Changes in the credit risk profile of polish local governments. An assessment of unsystematic risk	2017	2
Lara-Rubio, J., Rayo-Cantón, S., Navarro-Galera, A. & Buendia-Carrillo, D.	Analysing credit risk in large local governments: an empirical study in Spain	2017	12
Sebestova, J., Majerova, I. & Szarowska I.	Indicators for assessing the financial condition and municipality management	2018	13
Trussel, J. M. & Patrick, P. A.	Assessing and ranking the financial risk of municipal governments: The case of Pennsylvania	2018	3
Bisogno, M., Cuadrado-Ballesteros, B., Santis, S. & Citro, F.	Budgetary solvency of Italian local governments: an assessment	2019	14
Cuadrado-Ballesteros, B. & Bisogno, M.	Efficiency as a Determinant of Financial Condition: An Assessment of Italian and Spanish Local Governments	2019	5
McDonald, B. & Larson, S.	Implications of the Coronavirus on Sales Tax Revenue and Local Government Fiscal Health	2020	5
Turley, G., Medio, R. D. & McNena, S.	A reassessment of local government's financial position and performance: The case of Ireland	2020	2
Yoshida, M.	Fiscal Sustainability of Local Governments in Japan dagger	2020	2
Pina, V., Bachiller, P. & Ripoll, L.	Testing the reliability of financial sustainability. The case of Spanish local governments	2020	2
Buendía-Carrillo, D., Lara-Rubio, J., Navarro-Galera, A. & Gomes-Miranda, M. E.	The impact of population size on the risk of local government default	2020	2
Aleksandrova-Zlatanska, S.	Fiscal discipline assessment model for bulgarian municipalities	2020	0
Vavrek, R., Bečica, J., Papcunová, V., Gundová, P. & Mitriková, J.	Number of Financial Indicators as a Factor of Multi-Criteria Analysis via the TOPSIS Technique: A Municipal Case Study	2021	2
Chung, I. H. & Williams, D.	Local governments' responses to the fiscal stress label: the case of New York	2021	1
Antulov-Fantulin, N., Lagravinese, R. & Resce, G.	Predicting bankruptcy of local government: A machine learning approach	2021	1
Meyer, D. F. & Neethling, J. R.	An assessment of the financial health of the South African metropolitan municipal regions	2021	0
Mongwe, W. T., Mbuva, R. & Marwala, T.	Bayesian inference of local government audit outcomes	2021	0
Chen, D.	Risk Assessment of Government Debt Based on Machine Learning Algorithm	2021	0
Trejo-Nieto, A.	The geography of financial condition in the Mexico City metropolitan area	2021	0
Leiser, S., Wang, S. & Kargman, C.	Perceptions of Local Government Fiscal Health and Fiscal Stress: Evidence From Quantile Regressions With Michigan Municipalities and Counties	2021	0
Bocchino, M. & Padovani, E.	Does municipal fiscal distress hinder inter-municipal cooperation?	2021	0
Iacuzzi, S.	An appraisal of financial indicators for local government: a structured literature review	2022	0

Fonte: Elaborada pelo autor com base na metodologia aplicada deste trabalho.

Apêndice 2

Código do Python

Célula 1

#Bibliotecas importadas

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from sklearn.datasets import make_classification
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error, explained_variance_score, r2_score, roc_curve, confusion_matrix
%pylab inline
from imblearn.over_sampling import RandomOverSampler
from sklearn.metrics import roc_auc_score
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
```

Célula 2

Importando os dados de treino 2014 e 2015 e os de 2016 para teste

Lendo os *dataframes*

```
tr1 = pd.read_excel("rol14e15.xlsx")
val1 = pd.read_excel("ind16.xlsx")
```

Célula 3

Excluindo os dados faltantes

```
tr1 = tr1.dropna()
val1 = val1.dropna()
```

Célula 4

Separando os dados em x (variáveis dependentes) e y (independentes)

Treino

```
xtr1 = tr1.drop(['dep', 'id', 'Municípios'], axis=1)
```

```
ytr1 = tr1['dep']
```

Teste

```
xval1 = val1.drop(['dep', 'id', 'Municípios'], axis=1)
```

```
yval1 = val1['dep']
```

Célula 5

Balanceamento da classe

```
smt = RandomOverSampler(random_state=0)
```

Célula 6

Balanceando os dados

```
xtr1, ytr1 = smt.fit_resample(xtr1, ytr1)
```

Célula 7

Modelo de random forest

```
arveres1 = RandomForestClassifier(n_estimators=110, random_state=41, n_jobs=-1)
```

```
arveres1.fit(xtr1, ytr1)
```

```
p1 = arveres1.predict(xval1)
```

Célula 8

Imprimindo os resultados do *precision*, *recall*, *F1-Score* e acurácia

```
print(classification_report(yval1, p1))
```

Célula 9**# Imprimindo a importância das variáveis**

```
plt.barh(arveres1.feature_names_in_,arveres1.feature_importances_)
```

Célula 10**# Imprimindo a curva ROC****# Estimando as probabilidades**

```
p1_prob = arveres1.predict_proba(xval1)
```

```
probs1 = p1_prob[:, 1]
```

```
rfp1, rvp1, lim1 = roc_curve(yval1, probs1)
```

Gráfico da curva

```
pyplot.plot(rfp1, rvp1, marker='.', label='RF',color="orange")
```

```
pyplot.plot([0, 1], [0, 1], color='darkblue', linestyle='--')
```

Alterando o nome dos eixos

```
pyplot.xlabel('1- Especificidade')
```

```
pyplot.ylabel('Sensibilidade')
```

Legenda

```
pyplot.legend()
```

Mostrando o gráfico

```
pyplot.show()
```

Célula 11**# Estimando as probabilidades do modelo**

```
p1_prob = arveres1.predict_proba(xval1)
```

Célula 12**# Transforma isso em matriz****# Transforma os dados em dataframe****# Acrescenta nomes para colunas e armazena tudo em um *DataFrame***

```
varName = 'prob0'
```

```
varName1_1 = 'prob1'
```

```

colunas = [varName, varName1_1]
prob1 = pd.DataFrame(p1_prob, columns = colunas)
prob1
var = 'p1'
colunas = [var]
p1 = pd.DataFrame(p1, columns = colunas)

```

Célula 13

Determina um nome para o arquivo

```

nome1 = 'xval1.xlsx'
nome2 = 'p1_prob.xlsx'
nome3 = 'yval1.xlsx'

```

Salvando

```

xval1.to_excel(nome1)
prob1.to_excel(nome2)
yval1.to_excel(nome3)

```

Após os passos descritos anteriormente, é realizado o download dos 3 arquivos salvos e inseridos em uma única tabela do excel para o corte daqueles que apresentaram a probabilidade de estresse fiscal entre 45% e 55%, 40% e 60%, 35% e 65%, 30% e 70%, e 25% e 75%. Posteriormente os dados são inseridos novamente no python para análise dos resultados da área cinzenta.

Diante disso, os dados são separados novamente e realizado o modelo do Random Forest, seguido do classification report para análise dos resultados.

O exemplo dado foi apenas da primeira janela rolante, o processo é feito novamente para os demais 4 anos de pesquisa.