

Análise de Irregularidades em Licitações Públicas com Foco em Empresas de Pequeno Porte

Camila S. Braz¹, Bárbara M. A. Mendes¹,
Gabriel P. Oliveira¹, Lucas L. Costa¹, Mariana O. Silva¹,
Michele A. Brandão^{1,2}, Anísio Lacerda¹, Gisele L. Pappa¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte, MG – Brasil

²Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Ribeirão das Neves, MG – Brasil

{camilabraz,barbaramit}@ufmg.br, gabrielpoliveira@dcc.ufmg.br
lucas-lage@ufmg.br, mariana.santos@dcc.ufmg.br
michele.brandao@ifmg.edu.br, {anísio, glpappa}@dcc.ufmg.br

Abstract. *Analyzing public bids can reveal several negotiating characteristics between companies and the public sector. Unfortunately, this analysis can also give evidence of fraud involving companies. This paper describes two approaches that help identify irregularities in small businesses based on data extracted from public tenders in the State of Minas Gerais. The results indicate that both approaches can locate small companies suspected of involvement in fraud. Such approaches are essential as they can improve mechanisms for controlling and preventing fraud in the bidding process.*

Resumo. *A análise de licitações públicas pode revelar características sobre a negociação entre empresas e o setor público. Infelizmente, essa análise também pode dar indícios de fraudes que envolvem as empresas. Este trabalho descreve duas abordagens que auxiliam na identificação de irregularidades em empresas de pequeno porte, a partir de dados extraídos de licitações públicas do Estado de Minas Gerais. Os resultados indicam que ambas as abordagens são capazes de identificar empresas de pequeno porte suspeitas de envolvimento em fraudes. Tais abordagens são importantes pois elas podem contribuir para aprimorar os mecanismos de controle e prevenção de fraudes no processo licitatório.*

1. Introdução

A participação em licitações públicas pode ser uma ótima oportunidade para empresas, uma vez que o setor público pode adquirir bens e/ou serviços oferecidos pelo setor privado, garantindo assim um faturamento estável. Uma licitação é então um mecanismo utilizado pelo setor público para adquirir bens ou contratar serviços de empresas privadas.¹ Para concorrer a uma licitação pública, as empresas devem estar em conformidade com a legislação, possuir todos os documentos necessários e não ter envolvimento no projeto básico de contratação ou fazer parte do órgão contratante.²

¹Licitações e contratações - Portal da Transparência: <https://www.portaltransparencia.gov.br/entenda-a-gestao-publica/licitacoes-e-contratacoes>

²Crerios de seleoão do fornecedor: <http://www.tcu.gov.br/arquivosrca/001.003.011.048.htm>

Diversas leis regulamentam a atuação e funcionamento das empresas, principalmente, para concorrerem em licitações públicas. Nesse contexto, [Costa et al. 2022], [Gabardo and Lopes 2014], [Luna and Figueiredo 2022], [Oliveira et al. 2022] e [Silva Pereira et al. 2022] são trabalhos seminais na análise de licitações públicas para identificar possíveis ocorrências de diferentes tipos de fraudes, por exemplo, a identificação de cartéis ou de empresas com sócios em comum. [Silva et al. 2022] também propõem um conjunto de dados de licitações públicas e menciona como uma das aplicações, a detecção de fraudes nas licitações.

Este trabalho representa então um avanço na análise de informações presentes em licitações públicas ao propor duas abordagens de auditoria que avaliam aspectos diferentes das empresas licitantes. A primeira abordagem analisa licitações públicas com empresas licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite permitido. A segunda abordagem analisa licitações com empresas licitantes de pequeno porte vinculadas à pessoa jurídica. As abordagens fazem parte do escopo do Programa de Capacidades Analíticas e foram definidas em conjunto com especialistas do Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG). Ambas as abordagens são importantes, pois ao identificar licitações com essas características, alertas de fraude são levantados e especialistas podem analisar essas licitações em mais detalhes.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. A Seção 2 descreve os trabalhos relacionados. Já a Seção 3 apresenta as principais etapas para realização deste trabalho. A Seção 4 caracteriza diversas licitações consideradas como entrada nas duas abordagens de auditoria. A Seção 5 detalha licitações reais que foram capturadas pelas abordagens de auditoria definidas neste trabalho. Finalmente, a Seção 6 conclui este trabalho, detalha as possíveis limitações e sugere trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Desde o surgimento da Lei de Acesso à Informação³, Lei Nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, diversos trabalhos emergiram com o objetivo de analisar dados públicos brasileiros para obter alguma informação e/ou conhecimento relevante relacionado à administração pública [Coelho et al. 2022, Costa et al. 2022, Lima et al. 2020, Luna and Figueiredo 2022, Lyra et al. 2021, Oliveira et al. 2022]. Em conjunto com essa lei, também há o movimento de Dados Abertos Governamentais (*Open Government Data*)⁴, um movimento que ocorre em diversos países para promover a transparência, responsabilidade e criação de valores por meio da disponibilização dos dados governamentais para todos os cidadãos [Buryakov et al. 2023].

É nesse contexto que [Nai et al. 2022] apresentam uma revisão da literatura sobre pesquisas recentes que abordam a detecção de fraudes em organizações públicas. Nesse trabalho, os autores observaram que algoritmos de aprendizado de máquina têm sido bastante utilizados por esses estudos. O trabalho de [Silva Pereira et al. 2022] não foi incluído nessa revisão da literatura, mas [Silva Pereira et al. 2022] utilizam dados de licitações públicas brasileiras e valores de métricas de redes sociais para classificar se uma

³Lei de Acesso à Informação https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm

⁴Dados Abertos Governamentais: <https://www.oecd.org/gov/digital-government/open-government-data.htm>

empresa pode estar envolvida em um esquema de fraude ou não.

É importante destacar que [Silva Pereira et al. 2022] e [Luna and Figueiredo 2022] também utilizam métricas de redes sociais e características de licitações públicas com o intuito de levantar indícios sobre o risco de corrupção e fraude. A principal diferença entre esses dois trabalhos é que o primeiro realmente propõe uma abordagem que identifique uma empresa como envolvida em fraude ou não, enquanto que o segundo caracteriza as licitações públicas e propõem uma métrica que pode gerar um alerta de fraude.

O trabalho apresentado aqui se assemelha aos discutidos nesta seção por considerar dados provenientes de licitações públicas brasileiras. A principal diferença está no tipo de análise realizada nessas licitações para levantar alertas sobre indícios de fraudes. Em particular, este trabalho apresenta duas abordagens de auditoria para identificar possíveis fraudes em empresas licitantes de pequeno porte. Não foram encontrados trabalhos com esse tipo de foco.

3. Metodologia

Esta seção apresenta a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, é descrito o conjunto de dados de licitações públicas e licitantes sobre os quais serão investigadas as irregularidades (Seção 3.1). Em seguida, são descritas as modelagens das duas abordagens de auditoria criadas para detectar irregularidades em empresas licitantes de pequeno porte: *Licitações com licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite* (primeira abordagem, Seção 3.2); e *Licitações com licitantes de pequeno porte vinculadas à pessoa jurídica* (segunda abordagem, Seção 3.3).

3.1. Dados

Neste trabalho, consideramos dados fornecidos pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG) por meio do Programa de Capacidades Analíticas. Tais dados estão disponibilizados em um armazém de dados que agrega informações heterogêneas provenientes de diversas fontes. Uma parte dos dados contém informações sigilosas e, portanto, serão pouco detalhados aqui. Apesar da grande variedade de informações disponíveis, são utilizados apenas dados relacionados às licitações e empresas licitantes.

Em relação aos dados de licitações, são considerados processos licitatórios ocorridos no Estado de Minas Gerais nos âmbitos municipal e estadual. Para as licitações municipais, utilizamos dados provenientes do Sistema Informatizado de Contas dos Municípios (SICOM),⁵ uma tecnologia desenvolvida pelo Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE-MG) que agrega informações dos portais da transparência dos 853 municípios mineiros. Já em relação às licitações estaduais, os dados são obtidos diretamente do Portal da Transparência do Estado.⁶

Para a implementação das abordagens propostas nas próximas seções, são necessárias informações complementares sobre as empresas licitantes, incluindo dados cadastrais e informações societárias. Para tal, são utilizados dados privados provenientes do

⁵SICOM: <https://portalsicom1.tce.mg.gov.br/>

⁶Portal da Transparência do Estado de Minas Gerais: <https://www.transparencia.mg.gov.br/compras-e-patrimonio/compras-e-contratos>

Tabela 1. Limite de faturamento considerado para cada tipo de empresa.

Tipo	Período	Limite anual	Legislação
MEI	2009 - 2011	R\$ 36.000	Lei Complementar nº 128, de 19/12/2008
	2012 - 2017	R\$ 60.000	Lei Complementar nº 139, de 10/11/2011
	2018 - 2022	R\$ 81.000	Lei Complementar nº 155, de 27/10/2016
ME	2009 - 2010	R\$ 240.000	Lei Complementar nº 123, de 14/12/2006
	2011 - 2022	R\$ 360.000	Lei Complementar nº 139, de 10/11/2011
EPP	2009 - 2010	R\$ 2.400.000	Lei Complementar nº 123, de 14/12/2006
	2011 - 2017	R\$ 3.600.000	Lei Complementar nº 139, de 10/11/2011
	2018 - 2022	R\$ 4.800.000	Lei Complementar nº 155, de 27/10/2016

Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO). A agregação de tais informações com os dados públicos de licitações permite um enriquecimento do conjunto de dados para uma melhor aplicação na investigação de possíveis irregularidades.

Dessa forma, o conjunto de dados final compreende um total de 767.188 licitações públicas, das quais 407.554 são municipais e 359.634 são estaduais. Tais licitações ocorreram no período de 2007 a 2022 e são divididas em 18 modalidades, incluindo pregão (presencial e eletrônico), convite, concurso, dentre outras. Além disso, o conjunto de dados possui informações de 110.387 licitantes, incluindo pessoas físicas e jurídicas. No entanto, como as abordagens propostas focam especificamente em empresas, são consideradas apenas os licitantes que são pessoas jurídicas.

3.2. Primeira abordagem: Licitações com licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite

Nesta seção, é apresentada um detalhamento da implementação da primeira abordagem, que consiste em identificar as “Licitações com licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite”. Tal abordagem visa encontrar licitações em que empresas ultrapassaram o limite de faturamento anual definido pelo seu porte. Para isso, foram analisadas licitações realizadas no período de 2009 a 2022 e empresas dos portes Microempreendedor Individual (MEI), Microempresa (ME) e Empresa de pequeno porte (EPP).

A Tabela 1 apresenta o faturamento bruto anual máximo para cada tipo de porte e ano dessas empresas. Para realizar a auditoria, foi necessário fazer o cruzamento de dados especificados na Seção 3.1. Inicialmente, foram utilizados os dados das licitações extraídas do SICOM e do SERPRO, que foram unidos por meio do número do CPF/CNPJ do licitante. Essa junção permitiu recuperar o porte dos CPF/CNPJs habilitados a participar de uma licitação dentro de uma janela temporal em que o cadastro estava ativo na Receita Federal. Para isso, garantimos que a data de referência seja maior ou igual à data de início de atividade da empresa e da data da situação cadastral.

Além disso, por meio da análise dos dados do SICOM, foi possível recuperar informações relevantes sobre as licitações, como a quantidade de itens homologados por licitante e o valor unitário dos itens. Com base nesses dados, foi calculado o valor homologado de cada licitação, que equivale ao produto do valor unitário pela quantidade homologada. Em seguida, os valores totais homologados foram agrupados pelo ano do processo da licitação e pelo número do CPF/CNPJ do licitante.

Após a realização do agrupamento, foi necessário fazer novamente o cruzamento dos dados do SERPRO com os dados do SICOM, mas para apenas aqueles resultantes do agrupamento do CPF/CNPJ, valor anual homologado e ano do processo, utilizando o CPF/CNPJ e ano do processo como chaves. Por conseguinte, foi aplicada uma restrição para filtrar as licitações cujo licitante extrapolou o limite referente ao seu porte no ano do processo da licitação, utilizando as informações apresentadas na Tabela 1.

3.3. Segunda abordagem: Licitações com licitantes de pequeno porte vinculadas a pessoa jurídica

Esta seção detalha a implementação da segunda abordagem, cujo objetivo é investigar “Licitações com licitantes de pequeno porte vinculadas à pessoa jurídica”. Tal abordagem visa identificar indícios de que empresas de pequeno porte e micro empresas vencedoras de certames, embora formalmente constituídas, não exerçam suas atividades de fato. Com o intuito de obter os benefícios que lhes são concedidos em processo licitatório, elas são controladas, na verdade, por outra organização (i.e., controladora).

Para a implementação dessa abordagem de auditoria, foi realizada a junção dos dados de licitação do SICOM com os dados do SERPRO (possui o porte da empresa), feita através do número do CPF/CNPJ do licitante. Essa integração de dados foi necessária para recuperar os CPF/CNPJs habilitados a participar de uma licitação dentro de uma janela temporal em que o cadastro estava ativo na receita.

Devido à natureza temporal dos dados do SERPRO, a data de referência foi utilizada para identificar a janela temporal em que a licitação se enquadra. Além disso, garantiu-se que a data de referência fosse maior ou igual à data de início de atividade da empresa. Por fim, para cumprir o objetivo de identificar apenas os vencedores do processo licitatório, os dados foram filtrados de acordo com essa condição.

4. Caracterização das Licitações Identificadas pelas Abordagens de Auditoria

A partir do conjunto de dados de licitações e da construção das abordagens de auditoria, é possível selecionar as licitações com alertas de irregularidades relacionadas a licitantes que são empresas de pequeno porte. As Seções 4.1 e 4.2 apresentam a caracterização das licitações que geraram alertas para as abordagens 1 e 2, respectivamente.

4.1. Primeira abordagem: Licitações com licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite

Nesta seção, apresentamos uma caracterização dos resultados da primeira abordagem. Foram identificadas 236.044 licitações, das quais 207.380 foram vencidas por licitantes com faturamento acima do limite permitido para seu porte. Além disso, 19.445 licitantes com restrição de faturamento foram identificados. As Figuras 1A e 1B mostram a distribuição dessas licitações por mesorregiões e modalidades, com apenas os licitantes que venceram. As licitações estaduais foram agrupadas em uma única categoria denominada “Estado de MG”. Ao todo, foram identificadas 37.008 licitações estaduais, correspondendo a 10,3% do total. É importante ressaltar que 82,2% das licitações identificadas por essa abordagem são municipais, totalizando 170.372 licitações distribuídas em 12 mesorregiões, representando 41,8% do total de licitações municipais.

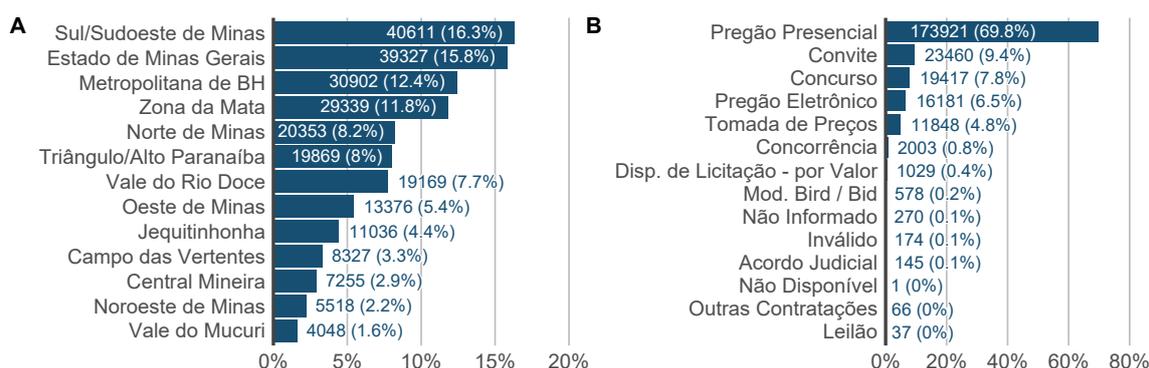


Figura 1. Distribuição de licitações enquadradas na primeira abordagem por (A) mesorregião e (B) modalidade. Entre parênteses está o percentual da quantidade em relação ao total de licitações.

Em relação às modalidades, foram identificadas licitações de onze modalidades: concurso, pregão presencial, convite, dispensa de licitação por valor, pregão eletrônico, tomada de preços, convite, concorrência, leilão, modalidades BIRD/BIRD, acordo judicial e outras contratações. Também foram identificadas licitações com modalidade inválida, não disponível e não informado. Dentre elas, a modalidade Pregão Presencial foi a mais frequente, totalizando em 173.921 licitações, correspondendo a 69,8% do total. É importante ressaltar que a presença de uma grande quantidade de licitações de tal modalidade pode estar relacionada com a maior facilidade na participação de empresas, o que pode acabar favorecendo as empresas controladas por outras organizações.

Também foi analisado a natureza jurídica das licitações e licitantes. Como cada licitação pode ter mais de um licitante, classificados como MEI, Microempresa (ME) e Empresa de Pequeno Porte (EPP), para uma análise mais precisa, a quantidade de licitações e licitantes foi avaliada de acordo com cada porte. As Figuras 2A e 2B demonstram, respectivamente, a quantidade de licitações e licitantes por natureza jurídica, uma classificação pela qual se determina a categorização e estrutura de uma empresa. Foram identificados licitantes de dez tipos de natureza jurídica diferentes. A maioria das empresas MEI são da natureza jurídica “Empresário Individual”, enquanto para ME e EPP a natureza jurídica mais predominante é “Sociedade Empresária Limitada”.

Por fim, a Figura 3 apresenta a distribuição da diferença entre o valor total e o valor limite do porte para cada tipo de licitante. Foi realizado um teste estatístico (T-Test) para verificar se as distribuições são significativamente diferentes. Os resultados sugerem que há uma variação considerável na diferença entre o valor total e o valor limite do porte para cada tipo de licitante, sendo a diferença maior para empresas de pequeno porte (EPP). Além disso, a maioria das empresas apresentou uma diferença entre esses valores de cerca de R\$1.521.113, o que pode indicar que há uma tendência a apresentar valores próximos ao limite máximo do porte. No entanto, cerca de 9.5% das entradas apresentam uma diferença superior a R\$1M, o que pode indicar possíveis irregularidades nas licitações envolvendo essas empresas.

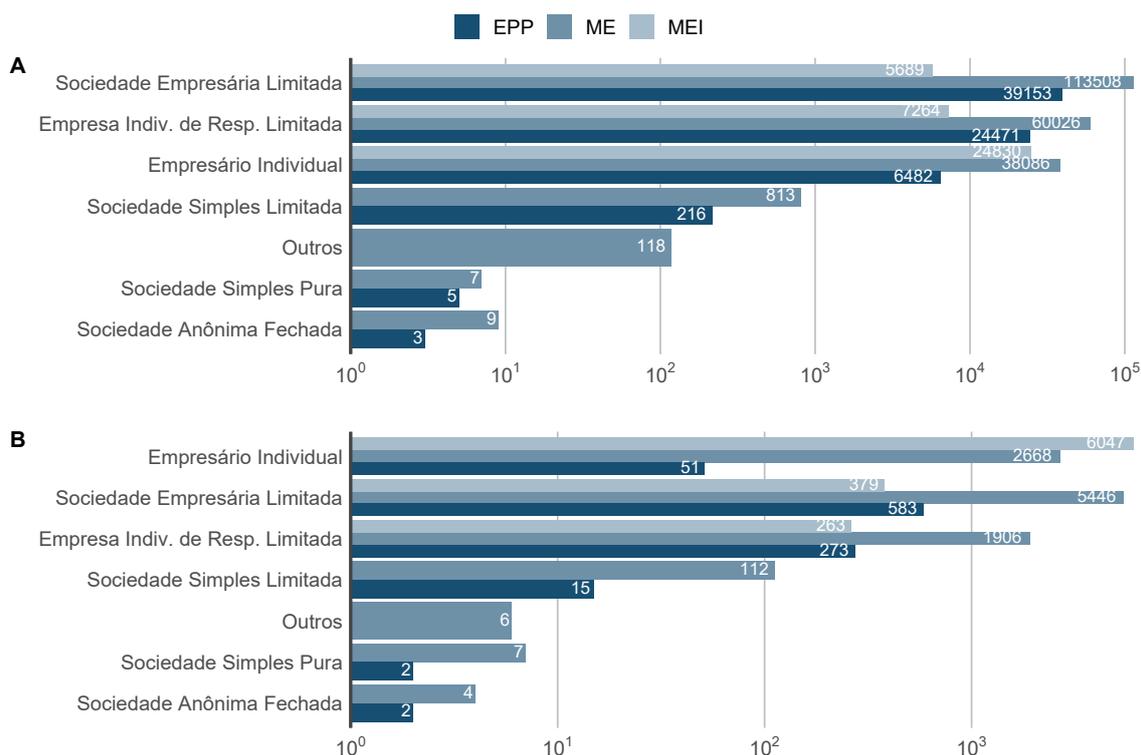


Figura 2. Distribuição de (A) licitações e (B) licitantes enquadrados na primeira abordagem, categorizados por natureza jurídica.

4.2. Segunda abordagem: Licitações com licitantes de pequeno porte vinculadas a pessoa jurídica

Esta seção apresenta a análise dos resultados obtidos pela segunda abordagem. No total, foram identificadas 536 licitações em que os licitantes de pequeno porte estavam vinculados a outras pessoas jurídicas, o que corresponde a 0,07% do total de licitações analisadas. As Figuras 4A e 4B apresentam a distribuição dessas licitações por mesorregiões, considerando as esferas estadual e municipal, bem como a distribuição por tipo de modalidade. É importante destacar que todas as licitações estaduais foram agrupadas em uma única categoria denominada “Estado de MG”. Nota-se que 10,6% das licitações identificadas por essa abordagem são estaduais, enquanto 892,4% são municipais, distribuídas em 12 mesorregiões.

Além disso, na análise das modalidades das licitações na Figura 4, é possível notar que foram identificadas licitações de dez modalidades. Dentre elas, a modalidade Recadastramento de Processos foi a mais frequente, totalizando em 400 licitações, correspondendo a 76,3% do total. As demais modalidades tiveram uma frequência menor, variando de 0,2% a 7,6% do total.

Também foi analisado o capital social das empresas controladoras e controladas. O capital social é uma medida de poder financeiro das empresas, que representa o investimento inicial realizado pelos sócios no momento da fundação da mesma. As Figuras 5A e 5B apresentam a distribuição do capital social das empresas controladoras e controladas, respectivamente. Note que o eixo vertical, que representa a quantidade de empresas, está

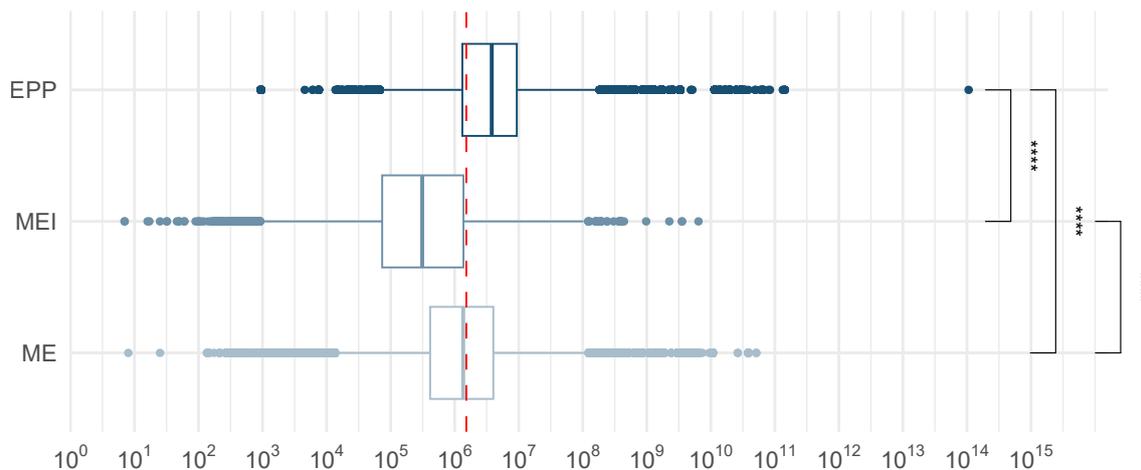


Figura 3. Distribuição da diferença entre o valor total e o valor limite do porte para cada tipo de licitante. A linha vermelha tracejada indica a mediana geral. Os níveis de *p-value* são simbolizados como (1) ns: $p > 0,05$, (2) *: $p < 0,001$, (3) ****: $p < 0,0001$.**

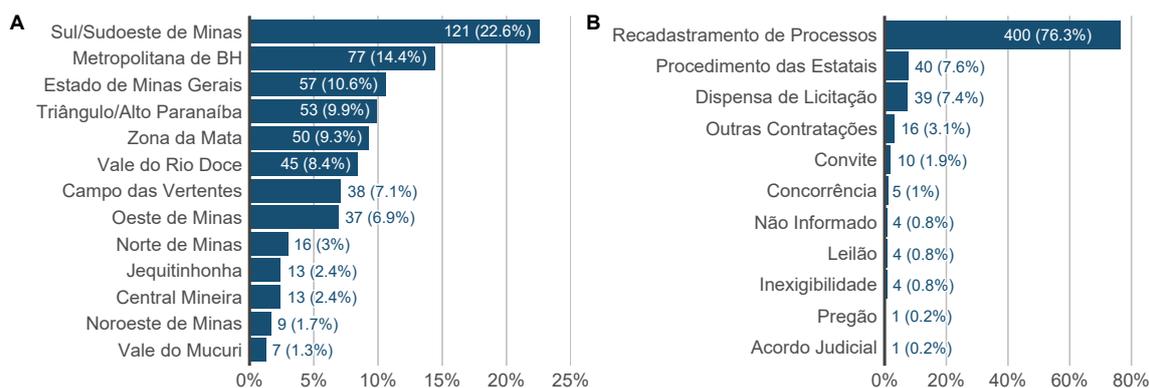


Figura 4. Distribuição de licitações enquadradas na segunda abordagem por (A) mesorregião e (B) modalidade. Entre parênteses está o percentual da quantidade em relação ao total de licitações.

em escala logarítmica. Os resultados mostram que as empresas controladoras têm um capital social maior que os das empresas controladas, o que é esperado, visto que as empresas controladoras são geralmente empresas maiores e mais estabelecidas no mercado.

Como análise final, a Figura 6 apresenta a quantidade de licitações por natureza jurídica das empresas controladas e controladoras. Os resultados mostram que a maioria das empresas enquadradas nessa abordagem possuem natureza jurídica “Sociedade Empresária Limitada”. Ou seja, são empresas com nível organizacional bem estruturado. Além disso, tal natureza jurídica é uma das formas mais comuns de constituição de empresas no Brasil, o que pode explicar a sua predominância na amostra analisada e, portanto, é de se esperar que seja a maioria das empresas que compõem a relação controladora/controlada.

Já as empresas individuais e de sociedade anônima são a minoria de empresas enquadradas na abordagem, uma vez que não é esperado que empresas com estruturas organizacionais mais simples sejam controladas por outras e nem que sejam controladoras.

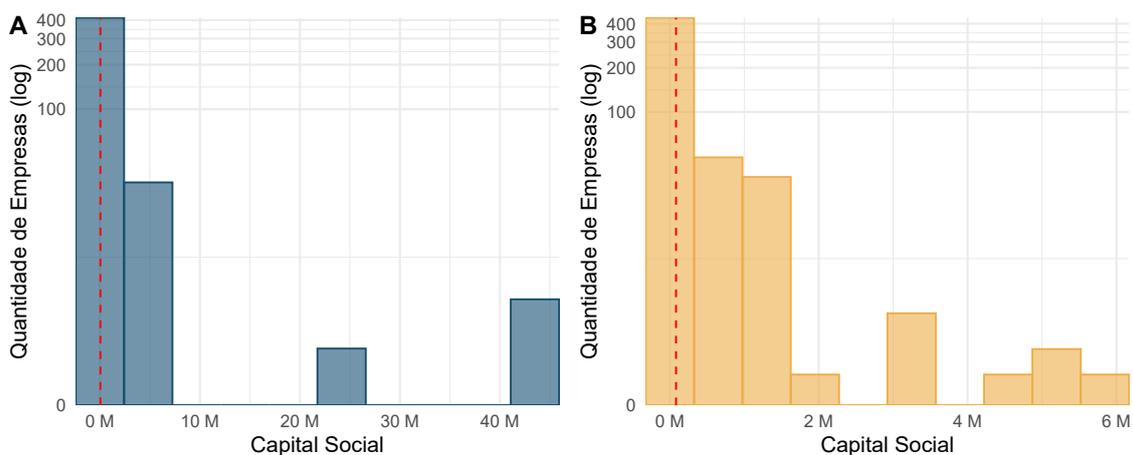


Figura 5. Capital social das empresas (A) controladoras e (B) controladas. A linha tracejada indica a mediana dos valores analisados.

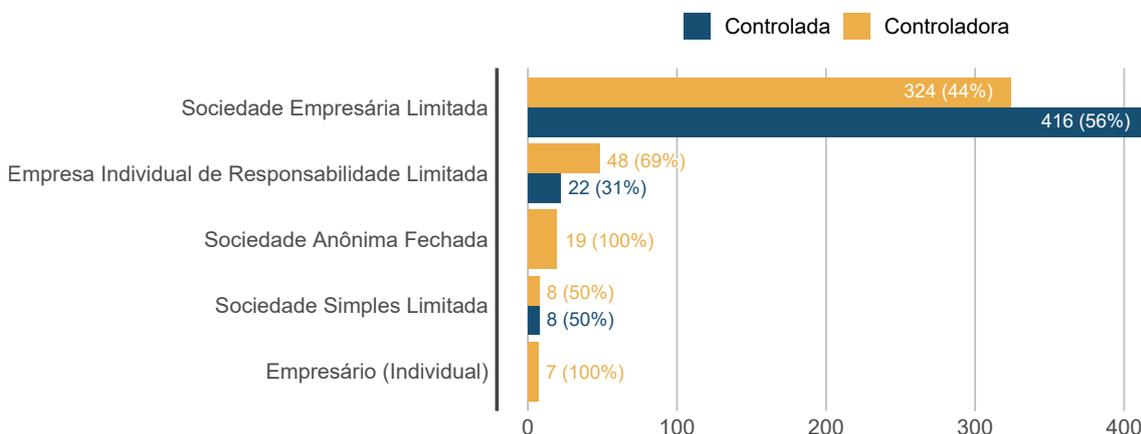


Figura 6. Quantidade de licitações por natureza jurídica.

Portanto, a presença de empresas dessa natureza pode indicar situações atípicas ou que merecem maior atenção na análise de possíveis fraudes ou irregularidades nas licitações.

5. Estudos de Caso em Licitações Reais

Esta seção apresenta dois estudos de caso de licitações reais enquadradas em ambas as abordagens descritas neste artigo. Apesar de existirem licitações que possuem alertas apenas para uma das abordagens, a utilização das abordagens em conjunto potencializa a análise posterior de tais licitações por especialistas. Dessa forma, é possível priorizar algumas licitações na investigação a partir dos alertas. Como as licitações aqui apresentadas ainda precisam de uma investigação mais detalhada, os dados que permitem a identificação do ente (i.e., município ou estado) e dos licitantes foram anonimizados.

A primeira licitação ocorreu no ano de 2020 e contou somente com um licitante participante. À época, a empresa era do tipo microempresa (ME), e conforme a legislação vigente, o limite para faturamento anual era de R\$ 360 mil. No entanto, a soma dos valores homologados para o licitante em questão naquele ano foi de aproximadamente R\$ 4,6 milhões, o que representa mais de doze vezes o limite permitido. Além disso, esta

Tabela 2. Licitantes com irregularidades em um processo licitatório de 2021.

Licitante	Tipo	Limite Faturamento	Soma Homologação	Vínculo PJ
Empresa A	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 15.216.523,13	Não
Empresa B	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 9.358.924,64	Não
Empresa C	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 8.565.064,25	Não
Empresa D	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 6.001.121,19	Não
Empresa E	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 5.264.032,57	Não
Empresa F	EPP	R\$ 4.800.000	R\$ 5.141.139,90	Não
Empresa G	ME	R\$ 360.000	R\$ 15.678.546,65	Não
Empresa H	ME	R\$ 360.000	R\$ 10.847.238,81	Não
Empresa I	ME	R\$ 360.000	R\$ 9.604.140,71	Não
Empresa J	ME	R\$ 360.000	R\$ 8.475.730,18	Não
Empresa K	ME	R\$ 360.000	R\$ 6.698.865,65	Não
Empresa L	ME	R\$ 360.000	R\$ 4.036.121,40	Não
Empresa M	ME	R\$ 360.000	R\$ 3.109.644,00	Não
Empresa N	ME	R\$ 360.000	R\$ 1.837.392,23	Sim

empresa apresenta outra empresa controladora em seu quadro societário, levantando um segundo alerta de possível irregularidade.

Já o segundo processo licitatório aconteceu no ano de 2021 e contou com 27 participantes. Desses, 14 foram identificados como microempresas ou empresas de pequeno porte com o faturamento acima do permitido. A Tabela 2 apresenta a relação desses licitantes, o tipo (i.e., microempresa ou empresa de pequeno porte), o limite de faturamento para o ano de 2021 e a soma dos valores homologados para tais empresas naquele ano. Além disso, a coluna “Vínculo PJ” indica a presença de alguma pessoa jurídica no quadro societário das empresas. Em relação aos valores homologados, algumas empresas apresentam um valor até 43 vezes maior do que o limite estabelecido por lei.

Apesar dos resultados serem expressivos, não é possível dizer que tais licitações possuem irregularidades com base apenas neles. As abordagens de auditoria são ferramentas importantes para priorizar a investigação de licitações, mas é necessária uma etapa posterior de análise manual por especialistas. Somente com tal análise será possível descartar possíveis problemas relacionados aos dados, incluindo erros de digitação e problemas no processo de carga. No entanto, como existem centenas de milhares de licitações em nosso conjunto de dados e como vários desses processos são criados todos os dias, a aplicação de métodos automatizados para geração de alertas pode otimizar o processo de investigação por especialistas ao levantar possíveis indícios de irregularidades.

6. Conclusão

Este artigo apresentou duas abordagens de auditoria que podem ser utilizadas para identificar irregularidades em empresas de pequeno porte que participaram de licitações públicas. A análise dessas abordagens foi realizado considerando dados extraídos de licitações públicas do Estado de Minas Gerais. A primeira abordagem consistiu em investigar licitações com licitantes de pequeno porte com faturamento anual acima do limite, enquanto a segunda abordagem teve como foco analisar licitações com licitantes de pequeno porte vinculadas à pessoa jurídica.

Os resultados de ambas as abordagens revelaram que elas podem identificar em-

presas de pequeno porte suspeitas de envolvimento em fraudes. Em particular, para a primeira abordagem, observou-se licitações com dez tipos de natureza jurídica diferentes para os licitantes e a maioria das empresas MEI são da natureza jurídica “Empresário Individual”, enquanto para ME e EPP a natureza jurídica mais predominante é “Sociedade Empresária Limitada”. Já para a segunda abordagem constatou-se que as empresas enquadradas nela são, em sua maioria, bem estruturadas quanto ao seu nível organizacional. Vale destacar que apesar da abordagem proposta parecer simples, este trabalho é importante para melhor filtrar licitações, em meio a tantas, que podem indicar algum tipo de fraude no setor público e/ou privado.

Limitações e desafios. Uma das principais limitações do trabalho é que não realizamos uma validação ampla com todas as licitações que foram identificadas pelas duas abordagens. O ideal seria que especialistas as analisassem para verificar se realmente a empresa se envolveu no tipo de fraude investigado pela abordagem de auditoria. Além disso, a utilização de dados privados e informações sensíveis pode afetar a reprodutibilidade dos experimentos. Assim, a execução de tais abordagens ficaria restrita apenas a instituições que possuem acesso a tais informações, incluindo o próprio MPMG.

Trabalhos futuros. Como trabalhos futuros, planeja-se expor as licitações identificadas pelas abordagens para especialistas que estejam aptos em indicar se realmente houve fraude ou não. Essa análise poderia então gerar um “gabarito” (*ground-truth*) para que as abordagens aqui propostas fossem utilizadas como atributos de um algoritmo de aprendizado de máquina. Tal algoritmo poderia ser capaz de automaticamente classificar uma licitação como possível de ter uma fraude ou não.

Agradecimentos. Ao Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) pelo apoio através do Projeto Capacidades Analíticas. Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio aos pesquisadores envolvidos.

Referências

- Buryakov, D., Kovacs, M., Kryssanov, V., and Serdült, U. (2023). Using open government data to facilitate the design of voting advice applications. In *Electronic Participation: 14th IFIP WG 8.5 International Conference, ePart 2022, Linköping, Sweden, September 6–8, 2022, Proceedings*, pages 19–34. Springer.
- Coelho, G. M., Ramos, A. C., de Sousa, J., Cavaliere, M., de Lima, M. J., Mangeth, A., Frajhof, I. Z., Cury, C., and Casanova, M. A. (2022). Text classification in the brazilian legal domain. In *ICEIS (1)*, pages 355–363.
- Costa, L. L. et al. (2022). Alertas de fraude em licitações: Uma abordagem baseada em redes sociais. In *BraSNAM*, pages 37–48, Porto Alegre, Brasil. SBC.
- Gabardo, A. C. and Lopes, H. S. (2014). Using social network analysis to unveil cartels in public bids. In *ENIC*, pages 17–21. IEEE.
- Lima, M. et al. (2020). Inferring about fraudulent collusion risk on brazilian public works contracts in official texts using a bi-lstm approach. In *EMNLP*, pages 1580–1588.
- Luna, R. S. and Figueiredo, D. R. (2022). Caracterização das licitações públicas no estado do rio de janeiro: Diversidade, licitantes únicos e redes. In *Anais do X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico*, pages 145–156. SBC.

- Lyra, M. S. et al. (2021). Characterization of the firm–firm public procurement co-bidding network from the State of Ceará (Brazil) municipalities. *Appl. Network Sci.*, 6(1):1–10.
- Nai, R., Sulis, E., and Meo, R. (2022). Public procurement fraud detection and artificial intelligence techniques: a literature review. In *Companion Proceedings of the 23rd International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*, Bozen-Bolzano, Italy.
- Oliveira, G. P., Reis, A. P., Freitas, F. A., Costa, L. L., Silva, M. O., Brum, P. P., Oliveira, S. E., Brandão, M. A., Lacerda, A., and Pappa, G. L. (2022). Detecting inconsistencies in public bids: An automated and data-based approach. In *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, pages 182–190.
- Silva, M. O., Paula, A. F., Oliveira, G. P., Vaz, I. A., Hott, H., Gomide, L. D., Reis, A. P., Mendes, B. M., Bacha, C. A., Costa, L. L., et al. (2022). Lipset: Um conjunto de dados com documentos rotulados de licitações públicas. In *Anais do IV Dataset Showcase Workshop – SBBD*, pages 13–24. SBC.
- Silva Pereira, A. K. d., Vita, Y. M., Silva Felix da, G., Gimaque, J. M. F., Damasceno, M. L. S., and de Figueirêdo, B. C. B. (2022). Usando redes complexas na identificação de empresas fraudulentas em licitações públicas. In *Anais do X Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico*, pages 13–24. SBC.