

Utilização de aprendizado não supervisionado e método estatístico para encontrar pontos de atenção nas licitações da Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo.

Fábio Henrique Frazão Mendes

Trabalho de Conclusão de Curso - MBA em Ciência de Dados (CEMEAI)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Fábio Henrique Frazão Mendes

USP - São Carlos
2022

FÁBIO HENRIQUE FRAZÃO MENDES

Utilização de aprendizado não supervisionado e método estatístico para encontrar pontos de atenção nas licitações da Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para conclusão do MBA em Ciência de Dados.

Área de concentração: Ciências de Dados

Orientador: Prof. Dr. Krerley Irraciel Martins Oliveira

USP - São Carlos

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

M538u Mendes, Fábio Henrique Frazão
 Utilização de aprendizado não supervisionado e
 método estatístico para encontrar pontos de atenção
 nas licitações da Bolsa Eletrônica de Compras -
 BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo. /
 Fábio Henrique Frazão Mendes; orientador Krerley
 Oliveira. -- São Carlos, 2022.
 56 p.

 Trabalho de conclusão de curso (MBA em Ciência
 de Dados) -- Instituto de Ciências Matemáticas e de
 Computação, Universidade de São Paulo, 2022.

 1. Licitação. 2. Regra de Associação. 3. APRIORI.
 4. Aprendizado de Máquina. 5. Método MARITZ-JARRET.
 I. Oliveira, Krerley, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho aos meus pais
Pedro e Wilma pelas oportunidades.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder as oportunidades que recebi da vida, à minha família pelo apoio e à Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado de São Paulo pela oportunidade da realização do curso.

Academicamente, os agradecimentos principais são direcionados ao meu orientador Krerley Oliveira, cujas indicações, observações e apontamentos foram fundamentais para a produção do presente trabalho acadêmico.

Agradecimentos especiais são direcionados a todos os Professores e Tutores do curso de MBA em Ciência em Dados da USP, cujos ensinamentos tornaram possível o desenvolvimento prático do presente trabalho.

EPÍGRAFE

“Tudo vale a pena quando a alma não é
pequena.” (Fernando Pessoa)

RESUMO

MENDES, F. H. F. **Utilização de aprendizado não supervisionado e método estatístico para encontrar pontos de atenção nas licitações da Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo.** 2022. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Ciência de Dados) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

As compras governamentais precisam seguir o rito da licitação. Conforme o Art. 11 da Lei 14.133/22, o processo licitatório tem por objetivos: I - assegurar a seleção da proposta apta a gerar o resultado de contratação mais vantajoso para a Administração Pública, inclusive no que se refere ao ciclo de vida do objeto; II - assegurar tratamento isonômico entre os licitantes, bem como a justa competição; III - evitar contratações com sobrepreço ou com preços manifestamente inexequíveis e superfaturamento na execução dos contratos. O Governo do Estado de São Paulo criou um ambiente eletrônico para melhorar a eficiência e eficácia das compras públicas chamado Bolsa Eletrônica de Compras- BEC. Mesmo com esse ambiente criado para fortalecer o princípio da isonomia e persevera na compra mais vantajosa para o Estado. Todavia, é impossível evitar situações que as empresas combinam para ludibriar o princípio da igualdade com o fito de ganhar o certame e aumentar os seus lucros com preços elevados ou baixa qualidade dos bens e serviços. Este trabalho explora esse cenário para encontrar pontos de atenção na BEC/SP para mitigar essas anormalidades. Para isso, utilizou-se o aprendizado não supervisionado regra de associação aplicando o algoritmo APRIORI para encontrar empresas que se relacionam mais na licitações e o método estatístico MARITZ-JARRET para analisar os preços pela mediana com intervalo de confiança para indicar um limite máximo para o preço de referência e negociado nas licitações.

Palavras-chave: Licitação; Regra de Associação; APRIORI; Aprendizado de Máquina; Método MARITZ-JARRET;

ABSTRACT

MENDES, F. H. F. Use of unsupervised learning and statistical method to find points of attention in public bids of the Electronic Purchase Exchange - BEC/SP of the Government of the State of São Paulo. 2022. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Ciência de Dados) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

Government purchases must follow the bidding process. Pursuant to Art. 11 of Law 14,133/22, the bidding process has the following objectives: I - ensure the selection of the proposal capable of generating the most advantageous contracting result for the Public Administration, including with regard to the life cycle of the object; II - ensure isonomic treatment among bidders, as well as fair competition; III - avoid contracting with overpricing or with manifestly unfeasible prices and overbilling in the performance of contracts. The Government of the State of São Paulo created an electronic environment to improve the efficiency and effectiveness of public purchases called Bolsa Eletrônica de Compras - BEC. Even with this environment created to strengthen the principle of equality and persevere in the most advantageous purchase for the State. However, it is impossible to avoid situations in which companies combine to circumvent the principle of equality with the aim of gaining and increasing their profits with high prices or lowering the quality of goods and services. This work explores this scenario to find points of attention in BEC/SP to mitigate these abnormalities. For this, the association rule unsupervised learning was used, applying the APRIORI algorithm to find companies that are more related in the bids and the MARITZ-JARRET statistical method to analyze the prices by the median with a confidence interval to indicate a maximum limit for the reference price and negotiated in the bids.

Palavras-chave: Public Bidding; Association Rule; APRIORI; Machine Learning. MARITZ-JARRET method;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de Ata de Pregão realizado na BEC/SP.....	20
Figura 2 – Fases da Metodologia com seus relacionamentos.....	21
Figura 3 – O Algoritmo Apriori para gerar itemsets frequentes (Suporte).....	22
Figura 4 – O Algoritmo Apriori para gerar regras de associação - Confiança.....	22
Figura 5 – Gráfico da média, mediana, moda e <i>boxplot</i> dos valores.....	26
Figura 6 – Gráfico mostra 09 valores superiores ao limite aceitável.....	26
Figura 7 – Relacionamentos das empresas para Grupo de Equipamentos e Artigos de uso Hospitalar.....	37
Figura 8 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Saúde no Grupo de Equipamentos e Artigos de uso Hospitalar.....	38
Figura 9 – Relacionamentos das empresas para o Grupo de Informática.....	39
Figura 10 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Educação no Grupo de Informática.....	40
Figura 11 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Alimentícios.....	40
Figura 12 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Educação no Grupo Alimentícios.....	41
Figura 13 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Veículos Rodoviários.....	42
Figura 14 – Empresas com empenho no Estado para o Grupo Veículos Rodoviários.....	42
Figura 15 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Segurança Pública no Grupo Veículos Rodoviários.	43
Figura 16 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Material de Escritório.....	44
Figura 17 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Segurança Pública no Grupo Material de Escritório.....	45
Figura 18 – Mostra os 26 processos superiores ao limite aceitável do item Nusinersena	47
Figura 19 – Gráfico demonstrando os 87 processos superior ao limite aceitável do item Adoçante Aspartame.....	48
Figura 20 – Gráfico da média, mediana e moda dos valores do Veículo Policiamento.....	49
Figura 21 – Gráfico demonstrando os 93 processos superior ao limite aceitável do Item acima.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados para o cálculo de suporte, confiança e lift.....	24
Tabela 2 – Relação de Valores Negociados de um Medicamentos	25
Tabela 3 – Tabelas e atributos utilizados do Data Warehouse IBEC.....	29
Tabela 4 – Tabelas e atributos utilizados do Data Warehouse SIGEO.....	29
Tabela 5 – Gasto de Materiais na Secretaria de Saúde, Educação e Segurança Pública.....	30
Tabela 6 – Gasto de Materiais por Modalidade de Licitação.....	30
Tabela 7 – Gasto de Materiais por Modalidade de Licitação nas Secretarias.....	31
Tabela 8 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria da Educação.....	32
Tabela 9 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria de Saúde.....	32
Tabela 10 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria de Segurança.....	33
Tabela 11 – Modalidade de Licitação na Secretaria de Saúde.....	33
Tabela 12 – Valor Total de Referência e Negociado por Região na Secretaria de Saúde.....	34
Tabela 13 – Valor Total de Referência e Negociado por UGE na Secretaria de Saúde.....	34
Tabela 14 – Suporte, Confiança e Lift das empresas da Secretaria de Saúde.....	36
Tabela 15 – 19 Itens com valores negociados superior ao limite previsto pelo método Maritz-Jarret.....	46
Tabela 16 – Mostra 19 Itens com valores negociados superior ao limite máximo.....	47
Tabela 17 – 09 Itens com valores negociados superior ao limite previsto.....	48
Tabela 18 – 19 Itens com valores negociados superior ao limite previsto pelo método Maritz-Jarret.....	49
Tabela 19 – Comportamentos das empresas com mesmo sócio nas licitações.....	50
Tabela 20 – Comportamentos das empresas com mesmo telefone e e-mail nas licitações	51
Tabela 21 – Participação simultânea nas licitações.....	51
Tabela 22 – Comportamentos das empresas nas licitações sem empenho no Estado.....	52
Tabela 23 – Análise estatística.....	52
Tabela 24 – Modalidades de compras com quantidade e valor unitário do Produto Nusinersena	53
Tabela 25 – Comparativo do limite superior do método Maritz-Jarret e Boxplot.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	–	Interface de Programação de Aplicativos
APRIORI	–	Regra de Associação
BEC	–	Bolsa Eletrônica de Compras
CRISP-DM	–	Cross Industry Standard Process for Data Mining
CGE	–	Controladoria Geral do Estado de São Paulo
MARITZ-JARRET	–	Método estatístico para estimar a variância da mediana
MLXTEND	–	Extensões de Aprendizado de Máquina
OCDE	–	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
SIAFEM	–	Sistema de Administração Financeira para Estados e Municípios
UGE	–	Unidade Gestora e Executora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos.....	17
1.2 Estrutura de Documentos.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Licitações Públicas.....	18
2.1.1 Bolsa Eletrônica de Compras - BEC.....	19
2.2 Processo CRISP-DM.....	20
2.3. Algoritmos de Aprendizado de Máquina.....	22
2.3.1 Regra de Associação.....	22
2.4. Método MARITZ-JARRET.....	25
2.5 Trabalhos Relacionados.....	27
3 DESENVOLVIMENTO.....	28
3.1 Compreensão do Negócio.....	28
3.2 Compreensão do Dados.....	28
3.3 Preparação dos Dados.....	31
3.3.1 Análise Exploratória dos dados.....	33
3.4 Modelagem.....	35
3.4.1 Apriori.....	35
3.4.1.1 Secretária da Saúde.....	36
3.4.1.2 Secretária da Educação.....	38
3.4.1.2.1 Informática.....	38
3.4.1.2.2 Gêneros Alimentícios.....	40
3.4.1.3 Secretária da Segurança Pública.....	41
3.4.1.3.1 Veículos Rodoviários.....	41
3.4.1.3.2 Material de Escritório.....	44
3.4.2 Maritz-Jarriet.....	45
3.4.2.1 Secretária da Saúde.....	46
3.4.2.2 Secretária da Educação.....	47
3.4.2.3 Secretária da Segurança Pública.....	48
3.5 Avaliação.....	50
3.6 Implantação.....	54

4 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

As compras públicas são regidas pelas Lei de Licitação nº 8.666/93 (normas para licitações e contratos da Administração Pública) e a Lei nº 10.520/02 (modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns) que são as leis basilares de Licitação e Contrato para Administração Pública. Em 01 de Abril de 2021, foi publicada a Lei nº 14.133 que será a nova lei básica para Licitação e Contrato. Dessa forma, as duas leis anteriores serão revogadas após decorridos 2 (dois) anos da publicação oficial dessa nova lei.

Destaca-se que o objetivo principal da Lei nº 14.133/21, em seu Artigo 11º, é assegurar seleção da proposta apta a gerar o resultado de contratação mais vantajoso para a Administração Pública, garantir um tratamento isonômico entre os licitantes e evitar contratações com sobrepreço ou com preços manifestamente inexequíveis e superfaturamento na execução dos contratos.

Ademais, o Estado de São Paulo possui algumas leis específicas para o regramento das suas compras públicas baseadas nas leis supracitadas que trazem as normas gerais. Para melhorar a eficiência e eficácia das compras públicas no Estado, criou-se a Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP para ser um ambiente eletrônico de negociações para aquisição de bens e serviços da Administração Pública Direta e Indireta do Governo do Estado de São Paulo, das Entidades e dos Municípios Paulistas conveniados, conforme indicado na plataforma da BEC/SP.

Esse ambiente eletrônico de negociação fortalece o princípio da isonomia e persevera na compra mais vantajosa para o Estado. Todavia, é impossível evitar a fraude como o conluio que ocorre quando os proponentes, em vez de competirem, como seria de se esperar, conspiram secretamente para aumentar os preços ou baixar a qualidade dos bens e serviços para compradores que desejem adquirir produtos ou serviços por meio de licitações. De acordo com Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2009) em suas Diretrizes para combater o conluio nas contratações públicas, são formas de burlar o princípio da isonomia na Licitação: propostas fictícias ou de cobertura, supressão de propostas, propostas rotativas ou rodízio divisão de mercado.

A importância desse projeto é analisar as Licitações ocorridas na BEC/SP para detectar pontos de atenção para evitar os efeitos com as perdas financeiras. Segundo Santos e Souza (2016), decorrentes de atos fraudulentos praticados no setor público, em geral, são significativas

e o seu custo total é imensurável em termos de tempo, produtividade, qualidade do serviço, reputação, entre outros.

1.1 Objetivos

Este projeto de pesquisa pretende detectar possíveis pontos de atenção nas Licitações na Bolsa Eletrônica de dados para mitigar os riscos e ajudar os servidores e os auditores da Controladoria Geral do Estado de São Paulo – CGE em seus trabalhos.

Os objetivos específicos são:

- (i) Utilizar um modelo de regra de associação para encontrar os relacionamentos frequentes entre as empresas;
- (ii) Contribuir com a área de Ciência de Dados para aplicação em Auditoria Governamental;
- (iii) Realizar uma análise exploratória nos preços de referência e negociado para encontrar discrepâncias;
- (iv) Fazer uma pesquisa pormenorizada nas licitações das empresas apresentadas nos algoritmos de regra de associação para verificar evidência de fraude/anormalidade/irregularidades;
- (v) Utilizar o método Maritz-Jarret para encontrar um limite máximo nos preços de referência e negociados das licitações.

1.2 Estrutura do Documento

O primeiro capítulo compõe-se da introdução ao tema, definição dos objetivos gerais e informação quanto à organização do estudo. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho como os algoritmos não supervisionados: regra de associação e uma breve explanação dos conceitos relacionados ao processo licitatório da Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo, procedimentos metodológicos e o material utilizado relacionados à criação e ao tratamento do conjunto de dados e a utilização de método estatístico para estimar um limite máximo para o preço de referência conforme os preços negociados na licitações. O Capítulo terceiro é dedicado à apresentação dos resultados obtidos com o tratamento e análise exploratória do conjunto de dados, a análise das regras de associação, o método estatístico Maritz-Jarret e a validação dos resultados. Por fim, o capítulo quatro contém a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa parte, os conceitos serão apresentados para fundamentar o trabalho realizado de análise exploratória e uso de técnicas de Machine Learning não supervisionadas na Bolsa Eletrônica de Compras BEC/SP. Inicia-se conceituando a Licitação Pública e a BEC/SP, mostra o conjunto de boas práticas Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) para executar o Projeto de Ciência de Dados, depois expõe os algoritmos de aprendizado de máquina não supervisionados utilizados e o método estatístico. Por fim, exhibe os trabalhos relacionados.

2.1 Licitações Públicas

“A Licitação é o procedimento prévio à celebração dos contratos administrativos, que tem por objetivo selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração, promover o desenvolvimento nacional e garantir a isonomia entre os licitantes.” (DI PIETRO, 2018, p. 463).

As modalidades de licitação analisadas nesse trabalho são Convite, Dispensa e Pregão. O Convite é escolhido em função dos valores estabelecidos no artigo 23, incisos I e II, da Lei 8.666/93. É a modalidade de licitação entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de 3 (três) pela unidade administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse com antecedência de até 24 (vinte e quatro) horas da apresentação das propostas. (art. 22, § 3, Lei 8.666/93).

A Dispensa é uma forma legal de contratação pelo governo que dispensa o uso de licitação e suas hipóteses estão previstas no artigo 24, Lei 8.666/93.

Para (DI PIETRO, 2018, p.505),

O Pregão é a modalidade de licitação para aquisição de bens e serviços comuns, qualquer que seja o valor estimado da contratação, em que a disputa pelo fornecimento é feita por meio de propostas e lances em sessão pública. O § 1º do artigo 2º da Lei no 10.520/02 permite que o pregão seja realizado por meio da utilização de recursos de tecnologia de informação, nos termos de regulamentação específica. Essa regulamentação consta do Decreto no 5.450, de 31-5-05.24

A Medida Provisória no 2.182/01 havia instituído o pregão apenas para a União. Essa restrição estava sendo considerada inconstitucional pela quase totalidade da

doutrina que tratou do assunto tendo em vista que, em se tratando de norma geral, tinha que ter aplicação para todos os entes federativos.

A questão ficou superada quando a medida provisória converteu-se na Lei Nº 10.520/02, que não mais restringiu à União o âmbito da nova modalidade de licitação. Conforme artigo 1º, parágrafo único, do Decreto Nº 3.555/00, o pregão aplica-se aos órgãos da administração direta, aos fundos especiais, às autarquias, às fundações, às empresas públicas, às sociedades de economia mista e às demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União.

2.1.1 Bolsa Eletrônica de Compras - BEC

A BEC é um ecossistema para os fornecedores realizar as suas negociações eletrônicas que pode ser acompanhada as licitações por qualquer pessoa física e jurídica. Foi instituído pelo Decreto Nº 45.085/00 para ser um ambiente eletrônico de negociações para aquisição de bens e serviços da Administração Pública Direta e Indireta do Governo do Estado de São Paulo, das Entidades e dos Municípios Paulistas conveniados, conforme indicado na plataforma da BEC/SP:

Seu objetivo é selecionar a proposta mais vantajosa, economizando o dinheiro público e atendendo à legislação de compras governamentais. Simplificadamente, o sistema funciona da seguinte forma. Primeiro, as unidades governamentais registram no Sistema BEC/SP a necessidade de comprar determinado produto/serviço. Em seguida, as empresas fornecedoras que atenderem os requisitos do edital podem ofertar suas propostas para aquele produto/ serviço solicitado pela Unidade Compradora. A BEC/SP disponibiliza 3 procedimentos/modalidades licitatórias: Dispensa de Licitação, Convite e Pregão Eletrônico, sendo que cada um deles possui suas características próprias.

Na Figura 01, apresenta-se uma ATA do Pregão nas quais são registradas todas as ações ocorridas no pregão eletrônico.

Figura 1 – Modelo de Ata de Pregão realizado na BEC/SP.

PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SISTEMA BEC/SP Pregão Eletrônico

Gov. do Estado de São Paulo

Ata

UGE/UC: TREINAMENTO PREGAO SECRETARIA DA FAZENDA

Situação: Elaboração da Ata

Número da OC: 9999010000120060C10149

0001122202 Priscila José

ATA DE REALIZAÇÃO DO PREGÃO ELETRÔNICO

Pregão Eletrônico nº: 11/2006
Processo nº: 2006/11
Objeto: Aquisição de materiais de consumo.

Às 10:15:54 horas do dia 11 de Dezembro de 2006, reuniram-se o Pregoeiro deste órgão/entidade **PRISCILA JOSÉ** e respectivo(s) membro(s) da equipe de apoio: **APARECIDO ANTONIO e APOLINARIO PEDRO**, para realizar os procedimentos relativos ao Pregão Eletrônico em epígrafe, relativo à oferta de compra - OC: 9999010000120060C10149. Inicialmente o Pregoeiro abriu a sessão pública em atendimento às disposições contidas no edital, divulgando as propostas recebidas e abrindo a fase de lances.

Resultado do Pregão		
BEC/SP	Encerrado sem recurso	11/12/2006
Sistema	TODOS etapa de habilitação encerrada e fase de manifestação de recurso iniciada.	10:56:30
BEC/SP	TODOSA partir deste horário, qualquer licitante poderá interpor recurso, imediata e motivadamente, nesta sessão pública.	11/12/2006
Sistema	TODOS decorrido o prazo para manifestação de recurso, não houve interposição.	10:56:30
BEC/SP	TODOS Informativo: Elaboração da Ata	10:57:19

Sessão Pública Suspensa

Às 10:21:11h do dia 11 de dezembro de 2006, foi suspensa a sessão pública, em virtude de Teste Teste Teste..

Às 10:35:06h do dia 11 de dezembro de 2006, reuniram-se o Pregoeiro deste órgão/entidade Priscila José e respectivos membros da equipe de apoio para dar continuidade aos trabalhos relativos ao pregão nº: 11/2006.

Encerramento

Considerações finais

Adjudicado o item 1 para empresa B e proposto a revogação do item 2 (motivo deserto).

Gravar considerações finais

FONTE: Manual para Autoridade Competente e Pregoeiro (FUNDAP, 2007)

2.2 Processo CRISP-DM

O CRISP-DM – Cross Industry Standard Process for Data Mining surgiu em 1996 como forma de apoio ao processo de descoberta do conhecimento, o famoso KDD – Knowledge Discovery in Databases (FAYYAD et al, 1997) que refere-se ao processo de descoberta de conhecimento útil em dados.

A Metodologia é capaz de transformar os dados da empresa em conhecimento e informações de gerenciamento. O ciclo de vida de um projeto de mineração de dados consiste em 6 fases: Compreensão do Negócio, Compreensão dos Dados, Preparação dos Dados, Modelagem, Avaliação e Desenvolvimento, conforme (CHAPMAN, 2000):

Compreensão do Negócio - é a fase para entender de fato qual o problema a ser resolvido, buscando todos os detalhes sobre o impacto dele na empresa e quais os objetivos em relação ao trabalho;

Compreensão dos Dados - começa com uma coleta de dados inicial e prossegue com atividades para se familiarizar com os dados, identificar problemas de qualidade de dados, descobrir os primeiros insights sobre os dados ou detectar subconjuntos interessantes para formar hipóteses;

Preparação dos Dados - é feita a escolha dos dados que serão trabalhados e de como eles serão cruzados para resolver o problema da empresa. As tarefas de preparação de dados provavelmente serão executadas várias vezes e incluem tabela, registro e seleção de atributos, bem como transformação e limpeza de dados para ferramentas de modelagem;

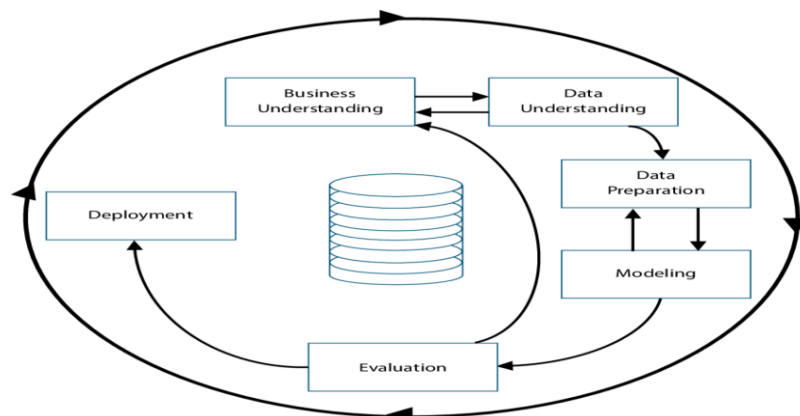
Modelagem - é nesta fase que são aplicadas de fato as técnicas de mineração de dados e muitas vezes é necessário voltar à fase de preparação de dados para ajustar o formato de dados utilizados, já que alguma técnica de modelagem não apresentou uma acurácia satisfatória ou até inconclusivas;

Avaliação - o resultado pode ser aceitável ou pode resultar na necessidade de revisão das fases anteriores, a fim de redefinir alguns passos. Antes de prosseguir para a fase de desenvolvimento, é necessário avaliar mais detalhadamente o modelo e revisar as etapas executadas para se ter certeza de que atingiu-se os objetivos traçados;

Implantação - Após obter os resultados da avaliação, é preciso definir uma estratégia para a implantação do projeto. Nessa etapa, todo o conhecimento adquirido deve ser organizado e apresentado de uma forma que o cliente possa usá-lo efetivamente dentro dos processos de tomada de decisão.

A Figura 02 representa o processo CRISP-DM e como as fases se inter-relacionam:

Figura 2 – Fases da Metodologia com seus relacionamentos.



FONTE: CHAPMAN(2000).

2.3 Algoritmos de Aprendizado de Máquina

Os sistemas de aprendizado de máquina podem ser classificados em quatro categorias: supervisionado aprendizagem, aprendizagem não supervisionada, aprendizagem semi-supervisionada e aprendizagem por reforço (GÉRON, 2019).

O aprendizado supervisionado analisa os dados que estão rotulados e podem ser definidos em classificação que é o processo de categorizar um determinado conjunto de dados em classes e regressão utilizados para prever valores.

O aprendizado não supervisionado incide em analisar os dados que não estão rotulados e/ou classificados. Nesse trabalho, apenas o aprendizado não supervisionado será utilizado: Regra de Associação.

2.3.1 Regra de Associação

A Regra de Associação é uma técnica usada na construção de relações sob a forma de regras entre itens de uma base de dados transacional. Para isso, é necessário analisar um conjunto de dados para encontrar itens que aparecem frequentemente juntos nas transações.

Para implementação da regra de associação será utilizado o algoritmo APRIORI proposto por (AGRAWAL; IMIELINSKI; SWAMI, 1993) para grande base de dados em transações de vendas. As Figuras 03 e 04 mostram o algoritmo Apriori que gera o conjunto inicial de itens frequentes (Suporte) e suas regras de associação (Confiança e Lift), respectivamente.

FIGURA 3 – O Algoritmo Apriori para gerar itemsets frequentes (Suporte).

```

Entrada: Um banco de dados de transações DB;
Um limiar do suporte mínimo  $\sigma$ ;
Saída: Todos os itemsets com suporte maior que  $\sigma$ 
1  Varrer o banco de dados DB uma vez;
2  Coletar  $C_1$ , o conjunto de itens frequentes e o suporte de cada item;
3   $k \leftarrow 1$ ;
4  enquanto  $C_k \neq \{\}$  faça
5      para cada transação  $I \in DB$  faça
6          para cada itemset candidato  $X \in C_k$  faça
7              se  $X \subset I$  então
8                  Incrementa o suporte de  $X$ ;
9              fim
10         fim
11     fim
12     /* Extrai todos os itemsets frequentes */;
13      $C_k \leftarrow \{X | X : \text{Suporte} \geq \sigma\}$ ;
14     /* Gera os novos itemsets candidatos */;
15     para cada  $X, Y \in C_k$  faça
16         se  $X[i] = Y[i]$  para  $1 \leq i \leq k-1$  e  $X[k] < Y[k]$  então
17              $I = X \cup \{Y[k]\}$ ;
18             se  $\forall J \in I, |J| = k : J \in C_k$  então
19                  $C_{k+1} \leftarrow C_{k+1} \cup I$ 
20         fim
21     fim
22     fim
23      $k \leftarrow k + 1$ ;
24 fim
  
```

FIGURA 4 – O Algoritmo Apriori para gerar regras de associação - Confiança.

Entrada: *Itemset* frequente I ;
 Limiar de confiança $conf_{min}$;
Saída: R : Todas as regras de associação em I com confiança maior que $conf_{min}$

- 1 Gera todos os subconjuntos não vazios de I ;
- 2 $R = \emptyset$;
- 3 **para cada** subconjunto não vazio s de I **faça**
- 4 Avalia a confiança da regra $s \rightarrow \{I \setminus s\}$;
- 5 **se** $\frac{\text{suporte}(I)}{\text{suporte}(s)} \geq conf_{min}$ **então**
- 6 $R \leftarrow R \cup \{s \rightarrow \{I \setminus s\}\}$;
- 7 **fim**
- 8 **fim**

Fonte: (FACELI, 2011, p.185)

Nesse trabalho, $A \rightarrow C$ significa A (antecedente) e C (consequente), ou seja, representado por empresas. $EMPRESA X \rightarrow C \text{ EMPRESA Y}$ implica que a Empresa X e Empresa Y estão participando da mesma licitação na BEC. O n representa o total de licitações encerradas com vencedor. Para as regras de associações, serão utilizados o suporte, confiança e lift para encontrar os relacionamentos entre empresas. (CASTRO; FERRARI, 2016, p.468).

O suporte de uma regra de associação, $A \rightarrow C$, indica a frequência de ocorrência da regra, ou seja, a probabilidade dessa regra ser encontrada no conjunto total de transações da base:

$$\text{Suporte}(A \rightarrow C) = P(A \cup C) = \frac{\sigma(A \cup C)}{n}$$

O $\sigma(A \cup C)$ é a contagem do suporte da regra, que corresponde ao número de transações que contêm determinado conjunto de itens, e n é o número total de transações da base.

A confiança, também chamada de acurácia, verifica a ocorrência da parte consequente da regra em relação ao antecedente, determinando o grau de confiança entre os itens, ou seja, aquilo que os une formando a regra de associação:

$$\text{Confiança}(A \rightarrow C) = P(C \vee A) = \frac{\sigma(A \cup C)}{\sigma(A)}$$

O $\sigma(A)$ é a contagem do suporte do antecedente da regra. Enquanto a confiança é uma medida da acurácia da regra, o suporte corresponde à sua significância estatística.

Uma forma de resolver a limitação da medida de confiança é incluindo a contagem do suporte do consequente na medida de confiança, resultando em outra medida denominada lift, que determina a razão entre a confiança da regra e a contagem do suporte do consequente da regra.

$$Lift(A \rightarrow C) = \frac{Conf(A \rightarrow C)}{\sigma(C)} = \frac{\sigma(A \cup C)}{\sigma(A) \cdot \sigma(C)}$$

Para melhor visualização do apresentado acima, apresenta-se a Tabela 01 com 10 ordem de compras de 3 empresas: X, Y e Z. O Suporte (Empresa X \rightarrow Empresa Y) foi $5 / 10 = 0,50$, ou seja, as empresas juntas participarão 50% das licitações. A Confiança (Empresa X \rightarrow Empresa Y) foi $5 / 8 = 0,62$, se a empresa A participa de uma certame há probabilidade de 62% da empresa B está presente e o Lift (Empresa X \rightarrow Empresa Y) é $0,62 / (0,8 * 0,5) = 1,55$. Se for acima de 1, infere-se que a Empresa X e a Empresa Y há uma correlação nas participações nas licitações.

Tabela 1 – Dados para o cálculo de suporte, confiança e lift.

Ordem de Compra	Licitações na BEC	Empresas participantes da licitação.	Frequências
1	Pregão	{X,Y}	{X}: 8 {Y}:5 {Z}: 7 {X,Y}: 5 {X,Z}: 5 {Y,Z} 4 {X,Y,Z}: 2
2	Convite	{X,Z}	
3	Pregão	{X,Y,Z}	
4	Dispensa	{X,Y}	
5	Pregão	{X,Y,Z}	
6	Pregão	{X,Z}	
7	Pregão	{Y,Z}	
8	Pregão	{X,Z}	
9	Convite	{Y,Z}	
10	Pregão	{X,Y}	

Fonte: Autoria Própria.

Destaca-se que a associação entre itens é diferente da correlação. A associação significa quando um ocorre e outro também ocorre. A correlação apresenta a dependência não necessariamente linear entre os itens.

2.4 Método MARITZ-JARRET

O método *Maritz-Jarrett* é uma técnica estatística para estimar parâmetros em modelos de regressão linear com erros normais, quando há presença de *outliers* (observações incomuns) na amostra de dados. Um método estatístico para estimar a variância da mediana da amostra independente da distribuição contínua ou discreta, embora seja possível definir um intervalo de confiança para a mediana da população sem conhecer a variância da mediana da amostra, pode, no entanto, ser útil relatar uma estimativa dessa variância. Com isso, pode-se encontrar um limite máximo para o preço de referência e negociados nas licitações. (MARITZ; JARRET,1978)

A finalidade de usar esse método seria para encontrar outlier em preços de referências. Quando vai se realizar uma licitação, deve-se formular uma pesquisa de preço para encontrar o valor de referência. Esse método ajudaria em verificar se o preço de referência para nova licitação está de acordo com as compras anteriores – Tabela 2.

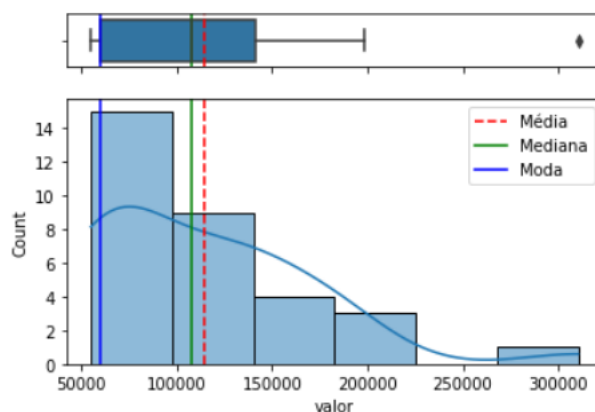
Tabela 2 – Relação de Valores Negociados de um Medicamento.

Valores Negociados	
R\$ 55.000,00	R\$ 90.000,00
R\$ 57.800,00	R\$ 93.949,00
R\$ 60.000,00	R\$ 107.000,00
R\$ 60.000,00	R\$ 108.000,00
R\$ 60.000,00	R\$ 113.947,37
R\$ 60.000,00	R\$ 117.323,00
R\$ 60.000,00	R\$ 164.917,86
R\$ 60.000,00	R\$ 165.000,00
R\$ 60.300,00	R\$ 169.800,00
R\$ 69.873,73	R\$ 187.560,00
R\$ 70.000,00	R\$ 188.000,00
R\$ 73.710,75	R\$ 198.000,00
R\$ 75.057,00	R\$ 310.400,64

Fonte: Autoria Própria.

Nesses valores, há um valor mínimo de R\$ 55.000,00, valor máximo de R\$ 310.400,60 e média de R\$ 114.286,71. O gráfico *boxplot* (DUTOIT,2012) detectou somente um outlier que foi o valor de R\$ 310.400,64, conforme Figura 5.

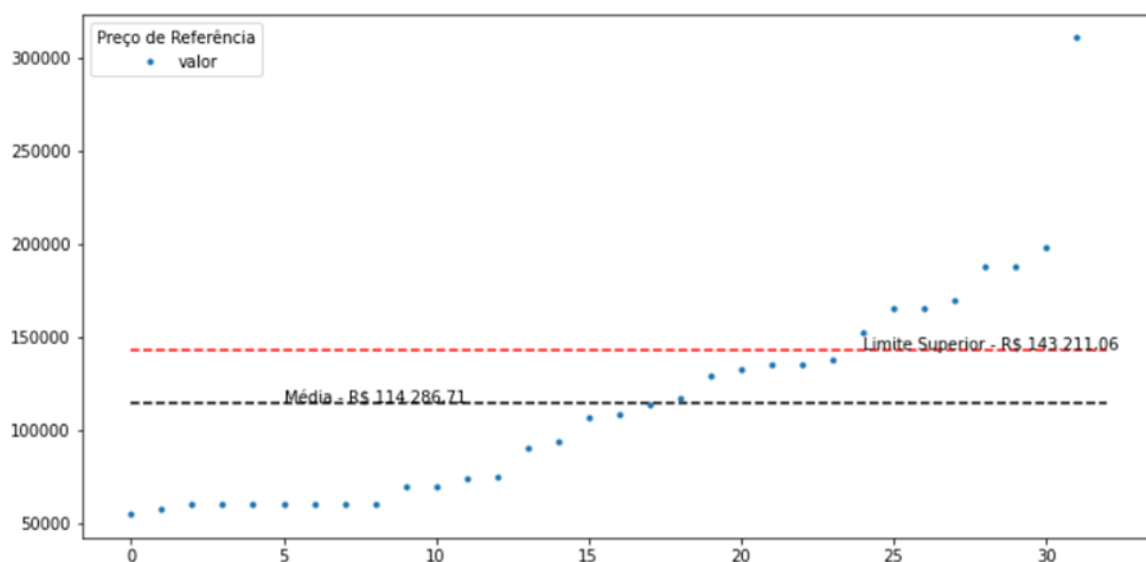
Figura 5 – Gráfico da média, mediana, moda e *boxplot* dos valores.



Fonte: Autoria Própria.

Pelo cálculo do método supracitado, obteve-se um valor de limite para uso do preço de referência na aquisição no valor de R\$ 143.211,06. Assim, os preços de referência acima desse valor são considerados *outliers* que foram 07 anomalias– Figura 6.

Figura 6 – Gráfico mostra 09 valores superiores ao limite aceitável.



Fonte: Autoria Própria.

2.5 Trabalhos Relacionados

É importante mencionar que os quatro trabalhos motivaram e apresentaram soluções compatíveis com o problema levantado neste estudo.

Em (ALBUQUERQUE et al, 2015), descreve a o papel da Controladoria como órgão de linha e/ou staff dentro da estrutura organizacional, atuando de maneira preventiva e como é relevante para apoiar os gestores de recursos públicos.

Nesse relatório (OCDE, 2021), mostra as recomendações sobre o quadro normativo e as práticas referentes a compras públicas Federais com foco na elaboração das licitações e nas ações para aprimorar a detecção de cartéis em licitações.

No trabalho (BALDOMIR, 2017), a autora aplica o algoritmo APRIORI para detectar relacionamentos entre empresas nos Processos Licitatórios do Governo Federal.

Já o trabalho (MORITZ JÚNIOR, 2018) especifica um classificador automático de editais, baseado em técnicas de aprendizagem de máquina, visando automatizar o processo de classificação dos editais.

3 DESENVOLVIMENTO

Apresenta-se, nesse capítulo, um conjunto de ideias para ajudar a Controladoria Geral do Estado de São Paulo em suas auditorias e também outras áreas que trabalham com auditoria governamental a encontrarem algumas discrepâncias nas licitações realizadas pela BEC de forma ágil. Para isso, será utilizada a metodologia CRISP-DM para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 Compreensão do Negócio

Conforme o Art. 11 da Lei 14.133/22, o processo licitatório tem por objetivos: “I - assegurar a seleção da proposta apta a gerar o resultado de contratação mais vantajoso para a Administração Pública, inclusive no que se refere ao ciclo de vida do objeto; II - assegurar tratamento isonômico entre os licitantes, bem como a justa competição; III - evitar contratações com sobrepreço ou com preços manifestamente inexequíveis e superfaturamento na execução dos contratos. Mesmo com a BEC/SP, é impossível evitar situações que as empresas combinam os preços para ludibriar o princípio da igualdade com o fito de ganhar o certame e aumentar os seus lucros com preços elevados ou baixa qualidade dos bens e serviços. O escopo desse trabalho explora esse cenário para encontrar pontos de atenção na BEC/SP para mitigar essas anormalidades nas aquisições dos materiais pelas modalidades dispensa, convite e Pregão.

3.2 Compreensão do Dados

Os dados utilizados são provenientes de dois *Data Warehouse* do SIGEO e BEC entre os anos de 2018 e 2022. As Tabelas 3 e 4 mostram os metadados utilizados. Por conter informações sensíveis, serão apresentados os atributos mais relevantes das tabelas. Vale destacar que algumas dessas informações podem ser obtidas no portal da transparência do Governo do Estado de São Paulo.

Tabela 3 – Tabelas e atributos utilizados do *Data Warehouse* IBEC.

<i>Data Warehouse</i> IBEC	
TABELA - Item Oferta de Compra	
ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
Ordem de Compra	Identificação única da compra no sistema BEC.
Número do Processo	Número único que indentifica o Processo da licitação e execução.
Unidade Compradora	Identifica a Unidade Gestora e Executória da Licitação e execução.
Fornecedores	Fornecedores vencedores do Certame.
Itens	Material adquirido.
Unidade dos Itens	Tipo da unidade do material adquirido.
Data	Data do acontecimento no sistema.
Quantidade	Quantidade adquirida.
Região	Região da Licitação para diferenciar os preços por causa da localidade.
Modalidades	Modalidades da licitação(Convite, Pregão e Dispensa).
Preço de Referência	Preço de utilizado com base limite da compra.
Preço Negociado	Preço de aquisição da empresa vencedora.
TABELA - Proposta	
ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
Ordem de Compra	Identificação única da compra no sistema BEC.
Número do Processo	Número que indentifica a origem do Processo criado para a licitação.
Fornecedores Participantes	Mostra os fornecedores participantes.
Modalidades	Modalidades da licitação(Convite, Pregão e Dispensa).
Quantidade de Propostas	Quantidade de Propostas do Certame.
Status	Posição do certame, por exemplo, desserta, fracassada. Nesse trabalho, utilizou-se somente as licitações encerradas com vencedor.
Ano da Proposta	Ano do certame.
Lances	Lances realizados no certame.
Preço de Referência	Preço de utilizado com base limite da compra.
Preço Negociado	Preço de aquisição da empresa vencedora.

FONTE: IBEC.

Tabela 4 – Tabelas e atributos utilizados do *Data Warehouse* SIGEO.

<i>Data Warehouse</i> SIGEO	
TABELA - Preços Materiais	
ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
Número do Processo	Número único que indentifica o Processo da licitação e execução.
Unidade Compradora	Identifica a Unidade Gestora e Executória da Licitação e execução.
Fornecedores	Fornecedores empenhados.
Tipo de Despesa	Despesa: empenhada, liquidada ou paga. Será selecionada somente as empenhadas.
Itens	Itens empenhados
Unidade dos Itens	Tipo da unidade do material empenhado
Data	Data do empenho.
Quantidade	Quantidade empenhada.
Região	Região da Licitação para diferenciar os preços por causa da localidade.
Modalidades	Modalidades da licitação(Convite, Pregão, Inexibibilidade, Tomada de Preço e Dispensa).
Valor Unitário	Preço utilizado no empenho.

FONTE: SIGEO.

O Poder Executivo do Estado de São Paulo gastou com fornecedores de materiais o valor de R\$ 29.314.159.996,10 com as Secretarias, nos anos de 2018 até 2022. O Gasto com as Secretarias de Saúde, Educação e Segurança Pública equivale com 74,64% desse valor conforme a Tabela 5. Por isso, serão analisadas apenas essas 3 Secretarias.

Tabela 5 – Gasto de Materiais na Secretaria de Saúde, Educação e Segurança Pública.

SECRETARIAS	ANOS					Valor Total	%
	2018	2019	2020	2021	2022		
SECRETARIA DA SAÚDE	R\$ 2.301.118.730,05	R\$ 2.573.721.412,23	R\$ 2.511.113.967,30	R\$ 3.238.747.163,14	R\$ 1.895.658.034,03	R\$ 12.520.359.306,75	42,71%
SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA	R\$ 577.618.767,24	R\$ 812.117.735,76	R\$ 694.663.498,19	R\$ 1.728.090.908,20	R\$ 998.109.611,16	R\$ 4.810.600.520,55	16,41%
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO	R\$ 641.903.449,71	R\$ 1.030.945.291,41	R\$ 1.281.359.230,11	R\$ 755.435.620,07	R\$ 839.562.158,55	R\$ 4.549.205.749,85	15,52%
DEMAIS SECRETARIAS	R\$ 928.139.960,99	R\$ 935.638.216,37	R\$ 1.282.452.557,78	R\$ 2.764.694.909,22	R\$ 1.523.054.528,19	R\$ 7.433.980.172,55	25,36%
	R\$ 4.448.780.907,99	R\$ 5.352.422.655,77	R\$ 5.769.589.253,38	R\$ 8.486.968.600,63	R\$ 5.256.384.331,93	R\$ 29.314.145.749,70	100,00%

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

Em relação as modalidades de licitação, o Pregão foi a modalidade mais utilizada para aquisição – Tabela 6.

Tabela 6 – Gasto de Materiais por Modalidade de Licitação.

MODALIDADES	ANOS					Valor Total	%
	2018	2019	2020	2021	2022		
CONVITE	R\$ 147.318.203,77	R\$ 158.646.322,47	R\$ 166.826.654,87	R\$ 197.539.712,73	R\$ 131.364.146,99	R\$ 801.695.040,83	2,73%
TOMADA DE PREÇO	R\$ 16.600,00	R\$ 848.146,79	R\$ 2.105,50	-	-	R\$ 866.852,29	0,00%
CONCORRÊNCIA	R\$ 6.990.227,26	R\$ 6.470.818,81	R\$ 425.287,23	R\$ 696.792,34	R\$ 449.453,80	R\$ 15.032.579,44	0,05%
DISPENSA DE LICITAÇÃO	R\$ 133.325.332,71	R\$ 145.794.588,82	R\$ 322.913.355,21	R\$ 166.367.351,53	R\$ 121.248.893,98	R\$ 889.649.522,25	3,03%
INEXIGÍVEL	R\$ 106.317.679,79	R\$ 97.319.016,04	R\$ 77.337.740,27	R\$ 167.405.397,07	R\$ 101.990.869,57	R\$ 550.370.702,74	1,88%
PREGÃO	R\$ 4.054.812.864,46	R\$ 4.943.345.275,24	R\$ 5.202.084.110,30	R\$ 7.954.972.080,96	R\$ 4.901.330.967,59	R\$ 27.056.545.298,55	92,30%
	R\$ 4.448.780.907,99	R\$ 5.352.424.168,17	R\$ 5.769.589.253,38	R\$ 8.486.981.334,63	R\$ 5.256.384.331,93	R\$ 29.314.159.996,10	100,00%

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

Tabela 7 – Gasto de Materiais por Modalidade de Licitação nas Secretarias.

SECRETARIAS	MODALIDADES	ANOS					VALOR TOTAL
		2018	2019	2020	2021	2022	
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO	CONVITE	R\$ 10.863.946,25	R\$ 6.058.064,53	R\$ 1.644.778,05	R\$ 8.179.694,97	R\$ 6.610.098,32	R\$ 33.356.582,12
	TOMADA DE PREÇO	-	R\$ 48.860,50	-	-	-	R\$ 48.860,50
	DISPENSA DE LICITAÇÃO	R\$ 2.663.397,73	R\$ 16.166.625,40	R\$ 34.149.927,96	R\$ 34.856.395,27	R\$ 41.639.341,35	R\$ 129.475.687,71
	INEXIGÍVEL	R\$ 41.055.383,06	R\$ 4.404.823,54	R\$ 712.570,98	-	-	R\$ 46.172.777,58
	PREGÃO	R\$ 587.320.722,67	R\$ 1.004.266.917,44	R\$ 1.244.851.953,12	R\$ 712.399.529,83	R\$ 791.312.718,88	R\$ 4.340.151.841,94
		R\$ 641.903.449,71	R\$ 1.030.945.291,41	R\$ 1.281.359.230,11	R\$ 755.435.620,07	R\$ 839.562.158,55	R\$ 4.549.205.749,85
SECRETARIA DA SAÚDE	CONVITE	R\$ 13.156.496,17	R\$ 14.309.426,37	R\$ 11.660.315,80	R\$ 10.324.407,21	R\$ 5.067.138,75	R\$ 54.517.784,30
	TOMADA DE PREÇO	R\$ 273.587,75	R\$ 717.815,81	R\$ 425.287,23	R\$ 696.792,34	R\$ 449.453,80	R\$ 2.562.936,93
	DISPENSA DE LICITAÇÃO	R\$ 88.014.004,94	R\$ 93.408.426,02	R\$ 184.511.287,53	R\$ 77.805.999,50	R\$ 47.670.079,77	R\$ 491.409.797,76
	INEXIGÍVEL	R\$ 26.494.625,44	R\$ 25.801.349,25	R\$ 28.907.728,31	R\$ 40.321.775,38	R\$ 23.808.091,49	R\$ 145.333.569,87
	PREGÃO	R\$ 2.173.180.015,75	R\$ 2.439.484.394,78	R\$ 2.285.609.348,43	R\$ 3.109.598.188,71	R\$ 1.818.663.270,22	R\$ 11.826.535.217,89
		R\$ 2.301.118.730,05	R\$ 2.573.721.412,23	R\$ 2.511.113.967,30	R\$ 3.238.747.163,14	R\$ 1.895.658.034,03	R\$ 12.520.359.306,75
SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA	CONVITE	R\$ 56.872.439,28	R\$ 73.441.608,05	R\$ 70.997.919,80	R\$ 82.941.758,75	R\$ 65.921.604,19	R\$ 350.175.330,07
	TOMADA DE PREÇO	-	R\$ 360.910,00	-	-	-	R\$ 360.910,00
	DISPENSA DE LICITAÇÃO	R\$ 7.636.876,73	R\$ 4.924.343,22	R\$ 20.331.938,52	R\$ 7.499.206,53	R\$ 2.922.875,85	R\$ 43.315.240,85
	INEXIGÍVEL	R\$ 21.784.427,96	R\$ 53.284.689,47	R\$ 34.555.941,86	R\$ 104.708.638,32	R\$ 47.716.429,52	R\$ 262.050.127,13
	PREGÃO	R\$ 491.325.023,27	R\$ 680.106.185,02	R\$ 568.777.698,01	R\$ 1.532.941.304,60	R\$ 881.548.701,60	R\$ 4.154.698.912,50
		R\$ 577.618.767,24	R\$ 812.117.735,76	R\$ 694.663.498,19	R\$ 1.728.090.908,20	R\$ 998.109.611,16	R\$ 4.810.600.520,55

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

3.3 Preparação dos Dados

Foram utilizadas duas bases de dados da Bolsa Eletrônica de Compras e do Sistema de Administração Financeira do Estado de São Paulo - SIAFEM. Na BEC, utilizou-se o *data Warehouse* IBEC com sua área de negócio Item de Oferta de Compra que contem todas as licitações (convite, dispensa e pregão) realizadas entre 2018 até 2022 com preços de referências e negociados, unidade compradora, fornecedores, itens e número de Ordem de Compra como chave primária. Outra área de negócio é a Proposta que contem as propostas da licitação como lance e participantes somente serão utilizadas as Ordem de Compras da BEC finalizadas com vencedores – Tabela 3. No *Data Warehouse* SIGEO, foram extraídos as despesas empenhadas por modalidades de licitação, itens, unidade de compra, quantidade, valor unitário, Unidade Gestora Executora, Fornecedor, Número do Processo como chave primária do SIAFEM – Tabela 4.

Na Secretaria de Educação, serão analisadas a aquisição de veículos rodoviários e informática que equivalem 60,01% dos gastos da Secretaria em aquisição de materiais – Tabela 8. Na Secretaria da Saúde, serão estudados os equipamentos e artigos de uso médico, odontológico e psicológicos – 93,93% da aquisição de acordo com a Tabela 9. Na Secretaria de Justiça e Segurança, os dados das aquisições de veículos rodoviários e artigos de escritórios equivalem a 53,95% das compras – Tabela 10.

Tabela 8 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria da Educação.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO	GRUPO DO MATERIAIS	%
	GÊNEROS ALIMENTÍCIOS	39,17%
	INFORMÁTICA	20,84%
	ARTIGOS E UTENSÍLIOS DE ESCRITÓRIOS, DIDÁTICOS E PSICOLÓGICOS	16,14%
	MOBILIÁRIOS EM GERAL	8,42%
	VEÍCULOS RODOVIÁRIOS	6,91%
	EQUIPAMENTOS FOTOGRÁFICOS, FILMOGRÁFICOS E FONOGRÁFICOS	2,27%

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

Tabela 9 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria de Saúde.

SECRETARIA DA SAÚDE	GRUPO DO MATERIAIS	%
	EQUIPAMENTOS E ARTIGOS DE USO MÉDICO, ODONTOLÓGICO E HOSPITALAR	93,93%
	VEÍCULOS RODOVIÁRIOS	2,75%
	ARTIGOS DE HIGIENE	0,94%

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

Tabela 10 – Gasto por Grupo dos Materiais na Secretaria de Segurança.

SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA	GRUPO DO MATERIAIS	%
	VEÍCULOS RODOVIÁRIOS	37,81%
	COMBUSTÍVEIS, ÓLEOS, LUBRIFICANTES E CERAS	22,75%
	ARTIGOS E UTENSÍLIOS DE ESCRITÓRIOS, DIDÁTICO S E PSICOLÓGICOS	16,14%
	VESTUÁRIOS GERAL, UNIFORMES MILITAR E EQUIPAMENTOS INDIVIDUAIS	4,27%
	EXPLOSIVOS E MUNIÇÕES	3,19%
	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E ACESSÓRIOS PARA COMBATE E PROTEÇÃO	2,55%
	MATERIAL BÉLICO	1,40%
	MOBILIÁRIOS EM GERAL	1,39%
	EQUIPAMENTOS, SISTEMAS, MATERIAIS PARA TREINAMENTO OPERACIONAL	1,15%

FONTE: SIAFEM(SET/2022).

3.3.1 Análise Exploratória dos dados

Realizou-se uma análise nas aquisições de materiais da Secretaria de Saúde, Educação e Segurança Pública para se entender os dados antes de aplicar o algoritmo Apriori e método estatístico Maritz-Jarret. Ademais, a Secretaria de Saúde que apresentou pontos fulcrais apresentados a seguir.

A Secretaria de Saúde apresentou duas modalidades de aquisição: Pregão e Convite pela BEC – Tabela 11.

Tabela 11 – Modalidade de Licitação na Secretaria de Saúde.

Modalidade	Valor Total de Referência (Homologado)	Valor Total Negociado	Valor Total da Economia	% Reduzido
CONVITE	R\$ 58.822.036,06	R\$ 36.877.802,41	R\$ 21.944.233,65	37,31%
PREGÃO ELETRÔNICO	R\$ 40.131.280.514,12	R\$ 32.745.228.358,77	R\$ 7.386.052.155,35	18,40%
	R\$ 40.190.102.550,18	R\$ 32.782.106.161,18	R\$ 7.407.996.389,00	18,43%

FONTE: BEC(SET/2022).

A Tabela 12 mostra a relação entre o valor total de referência e valor total Negociado na Secretaria de Saúde por Região. Verificou-se que a Região da Grande São Paulo possui um valor maior negociado. A Região de Ribeirão Preto foi prevista licitações no valor de R\$ 1.116.149.432,85 após ocorrer-las a aquisição desse materiais ficou no valor negociado de R\$ 612.595.466,14 – uma redução de 45,12% em relação ao valor de referência. Foi a melhor economia nas compras do Governo do Estado de São Paulo.

Tabela 12 – Valor Total de Referência e Negociado por Região na Secretaria de Saúde.

Região	Valor Total Referência (Homologado)	Valor Total Negociado	% Reduzido
GRANDE SÃO PAULO	R\$ 37.205.905.140,88	R\$ 30.878.565.509,93	17,01%
FRANCA	R\$ 26.489.897,65	R\$ 21.531.718,99	18,72%
CAMPINAS	R\$ 133.721.885,84	R\$ 103.845.724,30	22,34%
CENTRAL	R\$ 16.491.178,56	R\$ 12.368.423,49	25,00%
PRESIDENTE PRUDENTE	R\$ 49.583.387,25	R\$ 36.477.158,82	26,43%
MARÍLIA	R\$ 369.042.990,42	R\$ 267.707.940,66	27,46%
BARRETOS	R\$ 50.567.372,31	R\$ 36.513.202,48	27,79%
SANTOS	R\$ 117.532.293,38	R\$ 84.672.049,42	27,96%
SÃO JOSE DOS CAMPOS	R\$ 33.138.451,41	R\$ 23.402.054,58	29,38%
BAURU	R\$ 72.897.883,93	R\$ 51.238.125,97	29,71%
SÃO JOSE DO RIO PRETO	R\$ 38.251.568,07	R\$ 25.400.320,31	33,60%
SOROCABA	R\$ 907.461.619,33	R\$ 595.976.044,12	34,32%
ARAÇATUBA	R\$ 48.090.973,94	R\$ 29.078.699,65	39,53%
REGISTRO	R\$ 4.778.474,34	R\$ 2.733.722,34	42,79%
RIBEIRÃO PRETO	R\$ 1.116.149.432,85	R\$ 612.595.466,14	45,12%
	R\$ 40.190.102.550,18	R\$ 32.782.106.161,18	

FONTE: BEC/SP.

Na Tabela 13, há uma redução negativa na Unidade Gestora e Executora: Coordenadoria de Serviço e Saúde. Então, será avaliada essa discrepância negativa por Ordem de Compra, visto que não deveria acontecer.

Tabela 13 – Valor Total de Referência e Negociado por UGE na Secretaria de Saúde.

Unidade Gestora Executora	Valor Total Referência (Homologado)	Valor_Total_Negociado	Valor Total da Economia	% Reduzido
09006 - COORD. DE SERVICOS DE SAÚDE	R\$ 1.551.453.065,57	R\$ 5.434.137.190,77	-R\$ 3.882.684.125,20	-250,26%
09045 - FUND.PARA O REM.POPULAR CHOPIN T.LIMA-FURP	R\$ 100.721.009,60	R\$ 95.162.448,77	R\$ 5.558.560,83	5,52%
09046 - FUNDAÇÃO ONCOCENTRO DE SÃO PAULO	R\$ 1.653.890,44	R\$ 1.307.660,49	R\$ 346.229,95	20,93%
09011 - CONSELHO ADMINISTRATIVO DO FESIMA	R\$ 71.425,03	R\$ 56.317,50	R\$ 15.107,53	21,15%
09057 - HOSPITAL DAS CLÍNICAS FAC DE MEDICINA DA USP	R\$ 3.359.126.057,86	R\$ 2.594.277.611,16	R\$ 764.848.446,69	22,77%
09060 - HOSP. CLÍNICAS FAC.MED.MARILIA - HCFAMEMA	R\$ 271.961.370,51	R\$ 202.029.373,65	R\$ 69.931.996,86	25,71%
09002 - COORD. DE REGIÕES DE SAÚDE	R\$ 654.566.240,81	R\$ 485.917.285,82	R\$ 168.648.954,99	25,76%
09001 - ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR SECRETARIA E SEDE	R\$ 6.396.380.316,08	R\$ 4.597.921.075,27	R\$ 1.798.459.240,81	28,12%
09013 - COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA FARMACÊUTICA	R\$ 25.375.181.826,83	R\$ 17.999.706.774,23	R\$ 7.375.475.052,60	29,07%
09059 - HOSP.CLÍNICAS FAC.MEDICINA DE BOTUCATU-HCFMB	R\$ 835.875.825,77	R\$ 550.905.050,57	R\$ 284.970.775,20	34,09%
09047 - FUNDAÇÃO PRO-SANGUE HEMOCENTRO DE SÃO PAULO	R\$ 110.763.771,28	R\$ 68.651.687,27	R\$ 42.112.084,01	38,02%
09056 - HOSPITAL DAS CLÍNICAS FAC. MEDICINA RIB PRET	R\$ 979.227.733,72	R\$ 499.900.579,38	R\$ 479.327.154,34	48,95%
09014 - COORD.DEFESA E SAÚDE ANIMAL	R\$ 513.964,71	R\$ 261.383,16	R\$ 252.581,55	49,14%
09007 - COORD. DE CONTROLE DE DOENÇAS	R\$ 551.081.136,99	R\$ 251.289.371,07	R\$ 299.791.765,92	54,40%
09009 - COORD.DE CIÊNCIA,TEC.E INS. ESTRAT.SAÚDE	R\$ 584.426,34	R\$ 240.905,83	R\$ 343.520,51	58,78%
09055 - SUPERINTENDÊNCIA DE CONTROLE ENDEMIAS-SUCEN	R\$ 940.488,65	R\$ 341.446,25	R\$ 599.042,40	63,69%
	R\$ 40.190.102.550,18	R\$ 32.782.106.161,18	R\$ 7.407.996.389,00	

FONTE: BEC.

Mesmo usando os dados do *data warehouse* que passaram pela extração, transformação e carregamento ainda sim encontrou-se inconsistência nos dados. Após análise dessa discrepância da Tabela 13, descobriu-se que as Ordens de compras: 090181000012018OC00521 foi lançada com valor errado do valor total negociado homologado em vez de ser R\$ 295.015,00 por lote foi lançado R\$ 3.773.241.847,00 que resultou em uma diferença no valor de R\$ 3.772.946.823,07. Assim como para a ordem compra 090160000012021OC00189 ocorreu o mesmo erro no lançamento que resultou numa diferença errada de R\$ 628.142.438,09. Isso demonstra a necessidade de sempre fazer uma análise exploratória dos dados para entendê-los.

3.4 Modelagem

3.4.1 Apriori

Para utilizar o algoritmo regra de associação aplicou-se uma analogia da cesta de compras. A compra foi referenciada pela Ordem de compra da Licitação da BEC. Em cada compra, foram utilizados os fornecedores no lugar do produto. Assim, podemos obter relacionamentos entre os fornecedores como acontece com os produtos em uma cesta de compras. Com isso, obtêm-se os relacionamentos ou padrões entre fornecedores na ordem de compras na BEC por modalidade convite, pregão e dispensa.

Para implementação do algoritmo Apriori, foi utilizada a extensão de aprendizado de máquina da *Berkeley Software Distribution* para agilizar o trabalho (RASCHKA, 2022). Para obter-se o suporte utilizou-se a extensão em *python* “*from mlxtend.frequent_patterns import apriori*”. Trabalhou-se com as frequências de duas empresas juntas nos certames. Para as regras de confiança e *lift*, aproveitou-se da extensão em *python* “*from mlxtend.frequent_patterns import association_rules*” e selecionou-se apenas os *lifts* com valores maior que um para garantir a associação.

Após obter os relacionamentos pelo algoritmo, utilizou-se as empresas selecionadas para visualizar os relacionamentos entre as empresas e sócios, a partir dos dados públicos disponibilizados pela Receita Federal por uma ferramenta na internet (REDE-CNPJ, 2022) com objetivo de encontrar algum relacionamento entre elas.

3.4.1.1 Secretaria de Saúde

No uso do algoritmo APRIORI para aquisição de material Hospitalar e Medicamentos, foram utilizados 2.392 empresas em 43.339 licitações. O algoritmo apresentou 562 empresas que mais se relacionam. A Tabela 14 mostra alguns resultados do algoritmo APRIORI em python usando a extensão: *from mlxtend.frequent_patterns import association_rules, apriori* (RASCHKA, 2022) com valor acima de um para o *Lift*. No caso do maior lift, a Empresa E participou de 147 licitações, a Empresa F de 73 licitações e juntas participarão de 48 licitações. Logo, se a Empresa E participa de um certame, existe probabilidade de 31,09% da Empresa F está presente.

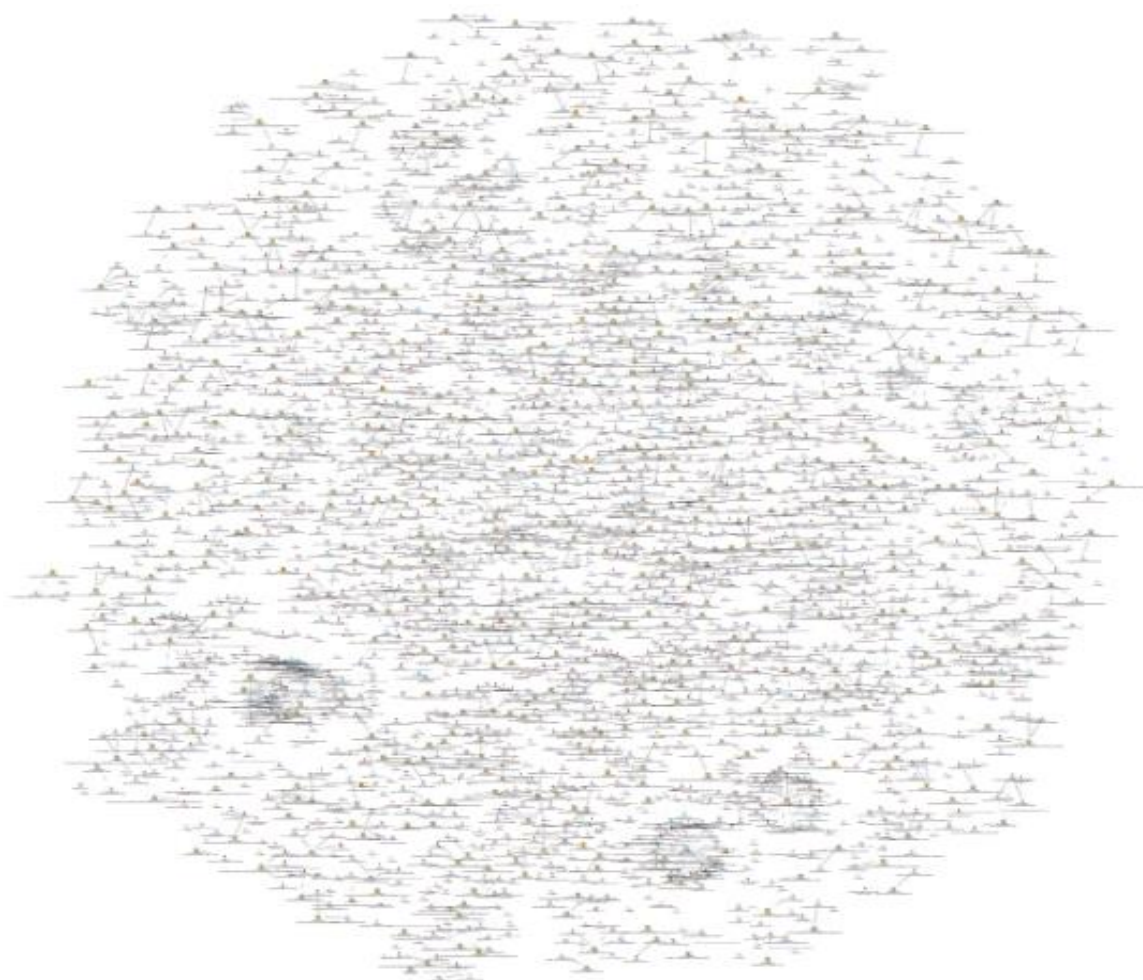
Tabela 14 – Suporte, Confiança e Lift das empresas da Secretaria de Saúde.

Antecedente	Consequente	Suporte do Antecedente	Suporte da Consequente	Suporte	Confiança	lift
Empresa E	Empresa F	0,34%	0,17%	0,11%	31,09%	181,25
Empresa A	Empresa B	0,38%	0,15%	0,10%	26,87%	174,01
Empresa A	Empresa C	0,38%	0,35%	0,10%	26,87%	77,02
Empresa H	Empresa J	0,30%	2,61%	0,11%	36,79%	14,11
Empresa A	Empresa D	0,38%	2,53%	0,12%	32,09%	12,70
Empresa G	Empresa H	2,98%	0,30%	0,11%	3,74%	12,35
Empresa H	Empresa K	0,30%	8,49%	0,18%	59,43%	7,00
Empresa I	Empresa H	25,78%	0,30%	0,15%	0,58%	1,90

FONTE: RESULTADO DO ALGORITMO APRIORI (RASCHKA, 2022).

Pelo algoritmo Apriori, obteve-se 562 empresas com *lift acima de um*. Essas empresas foram utilizadas na REDE-CNPJ para encontrar os relacionamentos – Figura 07. A REDE-CNPJ gerou as informações das empresas e os seus relacionamentos com base na informação da Receita Federal do Brasil. Com isso, descobriu-se 150 relacionamentos entre as empresas por telefone, e-mail e sócios. Destaca-se que existem 73 situações de relacionamentos com empresas com o mesmo telefone, por exemplo, um caso específico de um telefone pertence a 31 empresas. Somente duas empresas com mesmo endereço. Há 62 relacionamentos por e-mail, um relacionamento de 32 empresas utilizar um mesmo e-mail. Existem 13 relacionamentos de empresas com mesmo sócio, um episódio de um sócio participar de 17 empresas.

Figura 07 – Relacionamentos das empresas para Grupo de Equipamentos e Artigos de uso Hospitalar.



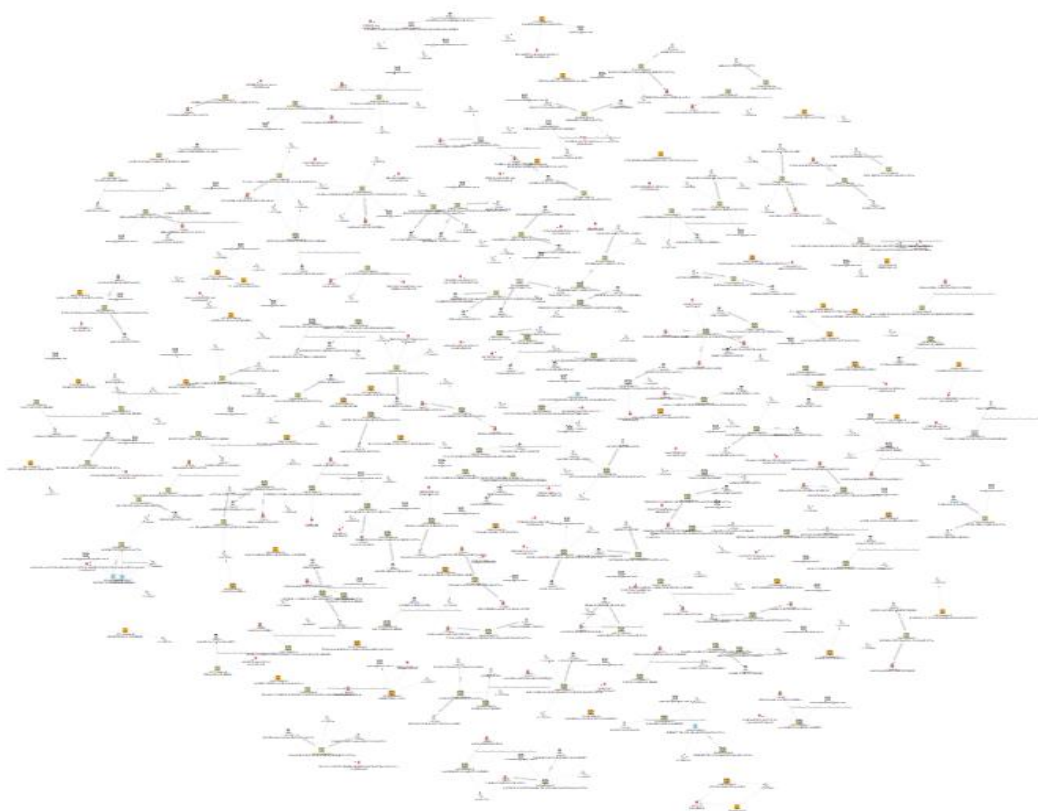
Fonte: REDE-CNPJ.

Um grafo de relacionamento é gerado automaticamente pela REDE-CNPJ e como não há ingerência sobre ele, não se pode anonimizar as empresas com seus sócios – Figura 07. A solução para não ter problema com a Lei de Proteção de Dados foi reduzir a nitidez das imagens para não identificá-las.

Frisa-se que mesmo existindo esses 150 relacionamentos pelas empresas por telefone, e-mail e sócios. Não se deve deduzir ainda se existe caso de irregularidades na participações nas licitações para ludibriar a BEC. Assim, precisa-se de uma análise aprofundada que será feita avaliando o comportamento dessas empresas nas licitações.

No SIGEO, buscou-se as empresas que têm empenhos com o Governo do Estado de São Paulo, descobriu-se que 555 empresas possuem fornecimento ao Estado e 07 empresas não possuem empenhos, ou seja, não forneceram ao Estado e também não possuem relacionamentos entre elas – Figura 08.

Figura 09 – Relacionamentos das empresas para o Grupo de Informática.



Fonte: REDE-CNPJ.

Dessas 148 empresas, verificaram-se 07 relacionamentos por telefone e e-mail. Há 05 relacionamentos das empresas com mesmo telefone. Existem dois e-mails pertencente a mais de uma empresa. No SIGEO, buscou-se as empresas que têm empenhos com o Governo Estadual, descobriu-se que 117 empresas possuem fornecimento ao Estado e 31 empresas não possuem empenhos, ou seja, não forneceram ao Estado e também não possuem relacionamentos entre elas – Figura 10.

Figura 10 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Educação no Grupo de Informática.

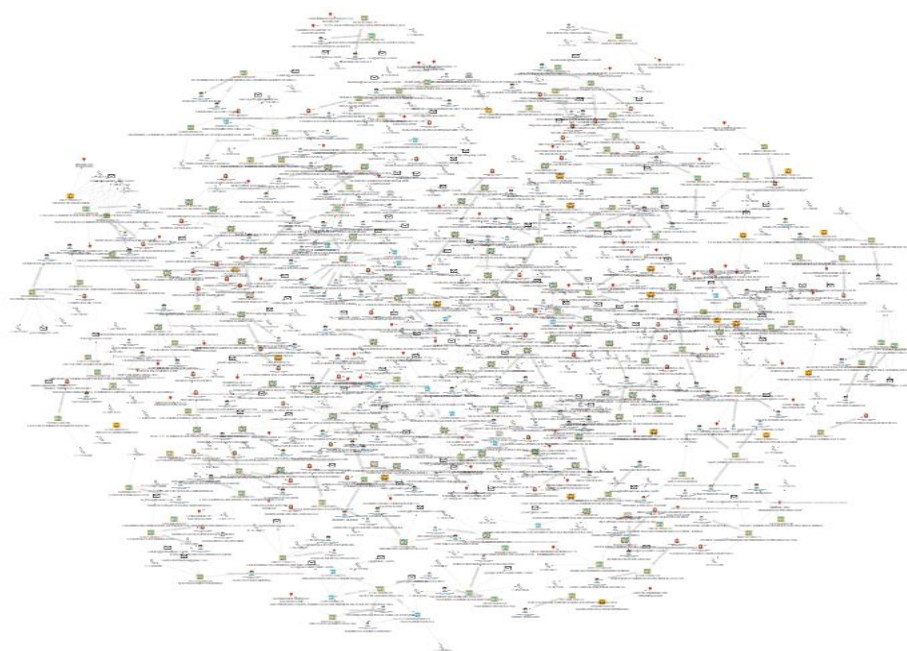


Fonte: REDE-CNPJ.

3.4.1.2.2 Gêneros Alimentícios

738 empresas participaram, entre 2018 e 2022, de 1.071 licitações na BEC para fornecimento de itens relacionados à material de informática. O Algoritmo destacou 165 empresas que mais se relacionam nas licitações – Figura 11. As figuras não estão com nitidez para não se identificar as informações das empresas.

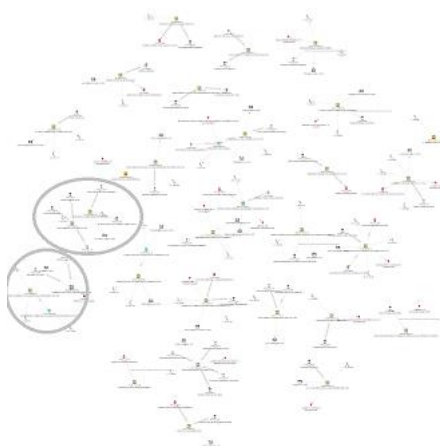
Figura 11 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Alimentícios.



Fonte: REDE-CNPJ.

Dessas 165 empresas, verificaram-se 26 relacionamentos por telefone (07 relacionamentos), sócios(11 relacionamentos) e e-mail(08 relacionamentos). Deparou-se com uma empresa que é sócia de 20 empresas. No SIGEO, buscou-se as empresas que têm empenhos com o Governo, descobriu-se que 135 empresas possuem fornecimento ao Estado e 31 empresas não possuem empenhos, ou seja, não forneceram ao Estado e algumas possuem relacionamentos entre elas por mesmo sócio – Figura 12.

Figura 12 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Educação no Grupo Alimentícios.



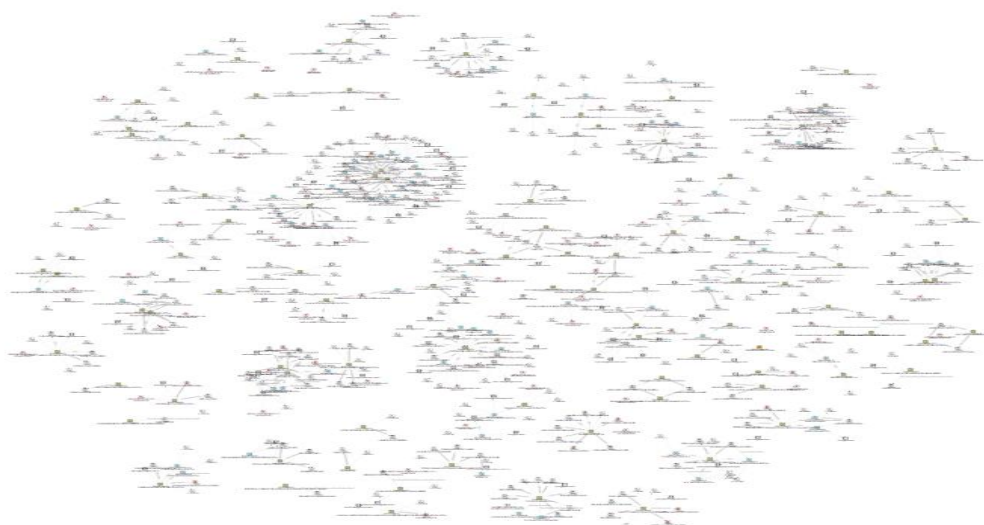
Fonte: REDE-CNPJ.

3.4.1.3 Secretaria de Segurança Pública

3.4.1.3.1 Veículos Rodoviários

Entre 2018 e 2020, 92 empresas participaram de 124 licitações na BEC para fornecimento de itens relacionados aos Veículo – Figura 13. As figuras não estão com nitidez para não se identificar as informações das empresas.

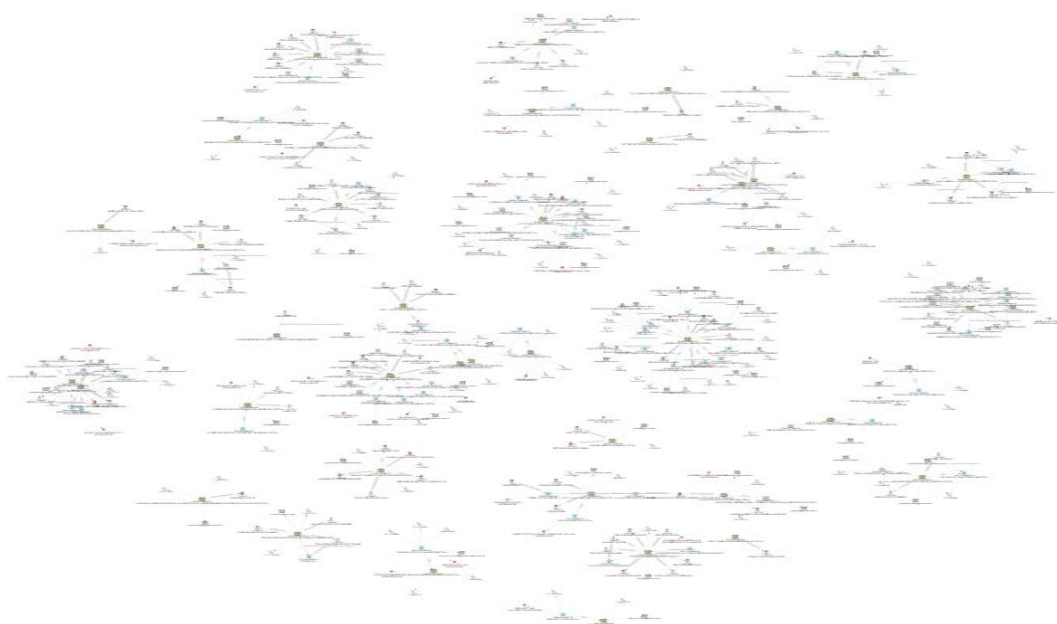
Figura 13 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Veículos Rodoviários.



Fonte: REDE-CNPJ.

Dessas 92 empresas, verificaram-se 49 relacionamentos por sócio(16 relacionamentos), telefone(19 relacionamentos) e endereço(1 relacionamento) e e-mail(13 relacionamentos). Há um caso de uma empresa ser sócia de 19 empresas. O Algoritmo apresentou 42 empresas que mais se relacionam nas licitações. No SIGEO, buscou-se as empresas que têm empenhos com o Governo, descobriu-se que 26 empresas possuem fornecimento ao Estado – Figura 14.

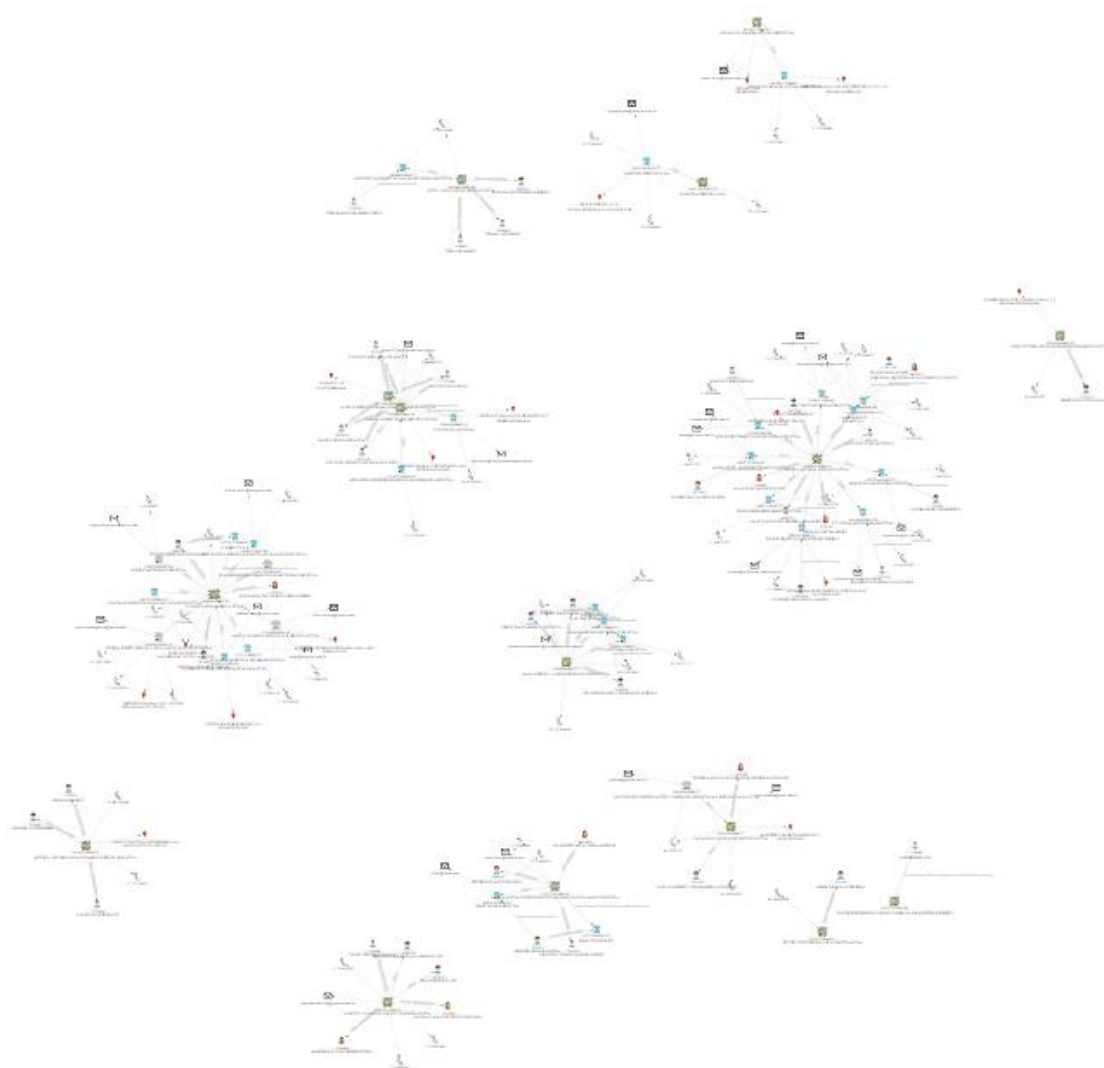
Figura 14 – Empresas com empenho no Estado para o Grupo Veículos Rodoviários.



Fonte: REDE-CNPJ.

Apenas 16 empresas não possuem empenhos. Duas delas têm sócio em comum. Uma empresa participou de 13% das licitações e duas participaram em 8% das licitações e o restante participou com menos 3% das licitações – Figura 15.

Figura 15 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Segurança Pública no Grupo Veículos Rodoviários.

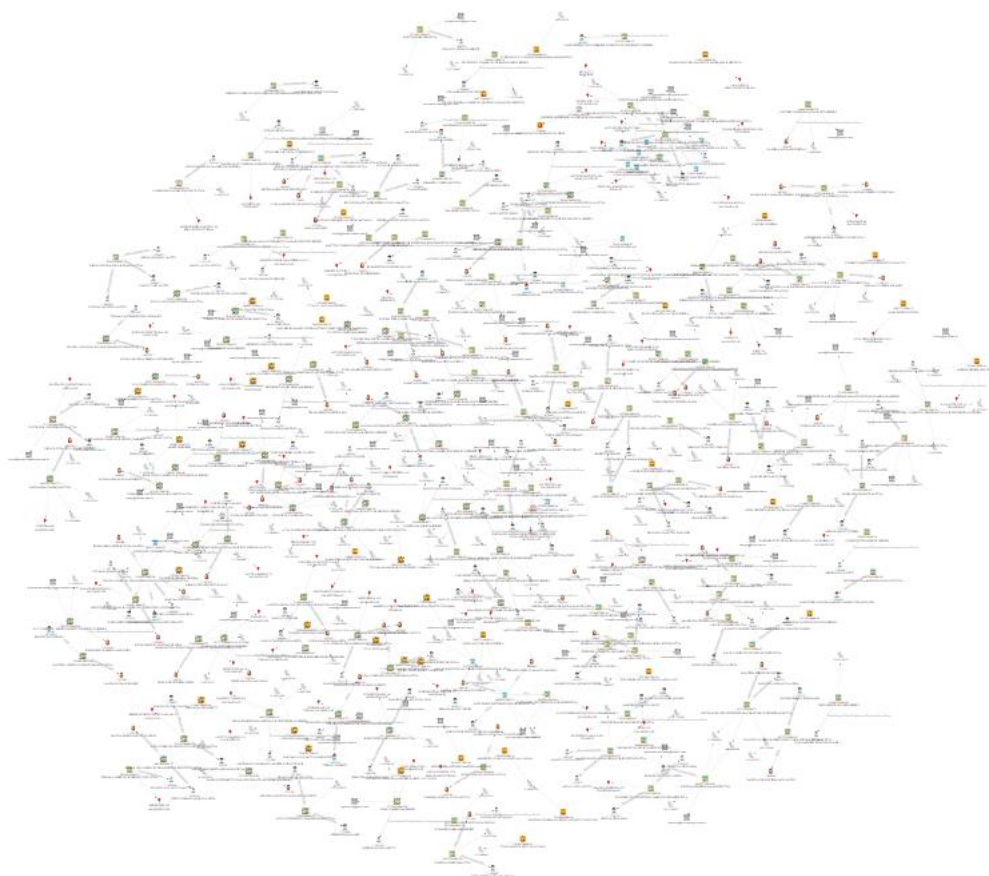


Fonte: REDE-CNPJ.

3.4.1.3.2 Material de Escritório

Entre 2018 e 2020, 886 empresas participaram de 3.476 licitações na BEC para fornecimento de itens relacionados à Material de Escritório. O Algoritmo apresentou 189 empresas que mais se relacionam nas licitações – Figura 16. No SIGEO, buscou-se as empresas que têm empenhos com o Governo, descobriu-se que 174 empresas possuem fornecimento ao Estado.

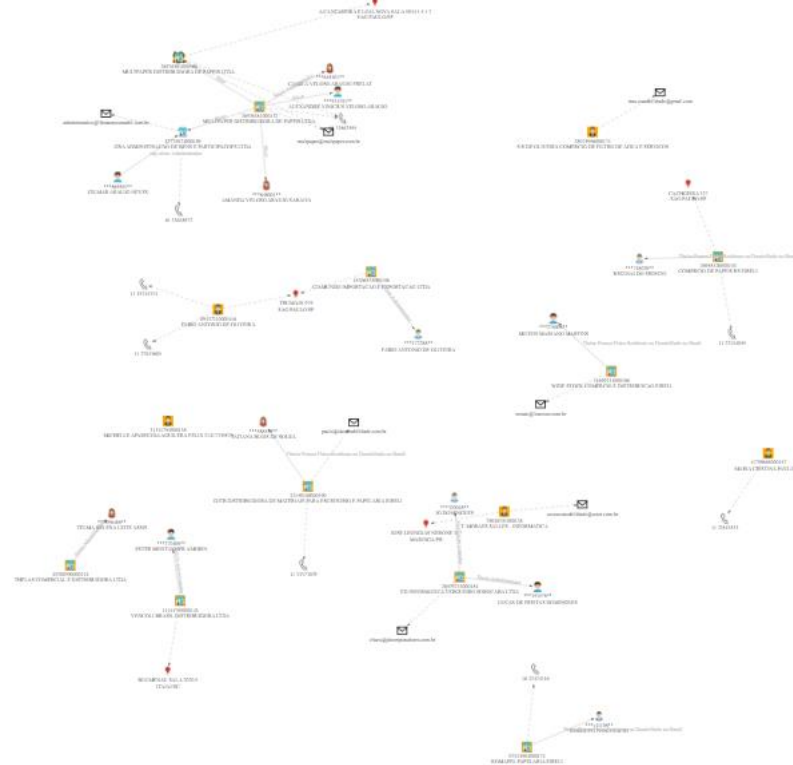
Figura 16 – Relacionamentos das empresas para o Grupo Material de Escritório.



Fonte: REDE-CNPJ.

Dessas 189 empresas, verificaram-se 21 relacionamentos por telefone (12 relacionamentos), sócios (02 relacionamentos) e e-mail (07 relacionamentos). Com as empresas sem empenho no Estado, apenas duas possuem relacionamento matriz e filial. Uma empresa participou de 9,93% das licitações, outra com 9,24% das licitações e o restante participou com menos 3,95% das licitações – Figura 17.

Figura 17 – Empresas que não possuem contrato com a Secretaria de Segurança Pública no Grupo Material de Escritório.



Fonte: REDE-CNPJ.

3.4.2 Maritz-Jarret

Foram analisados os preços de referências das licitações para demonstrar a eficácia desse método. Esse método utiliza a variação da mediana para encontrar um limite superior, usou-se um intervalo de confiança de 95% (MARITZ; JARRET, 1978). Para a implementação do método, foi utilizada Interface de Programação de Aplicativos em *python: scipy.stats.mstats.mjci* (VIRTANEN, 2019). Todos os valores acima do limite superior do método são considerados *outlier*. Os valores de aquisição (negociado) anterior de um produto são aplicados no método para encontrar um limite superior no valor. Esse limite servirá como base para o preço de referência e negociados das novas licitações. Por exemplo, se um preço de referência de uma licitação estiver acima do limite superior, indica uma anormalidade e não se deverá aceitá-lo.

Houve, nas Secretarias, vários itens com valores acima do limite superior. Essa situação poderá ensejar em auditoria nesses Processos das licitações realizadas. Para as próximas licitações, servirá como uma barreira (limite superior) impedindo as licitações com preços superiores.

3.4.2.1. Secretaria de Saúde

Foram analisados 29.810 itens do Grupo Medicamento e Material Hospitalar e 2.925 itens estão com valores negociados acima do limite superior conforme o método Maritz-Jarret – Tabela 15.

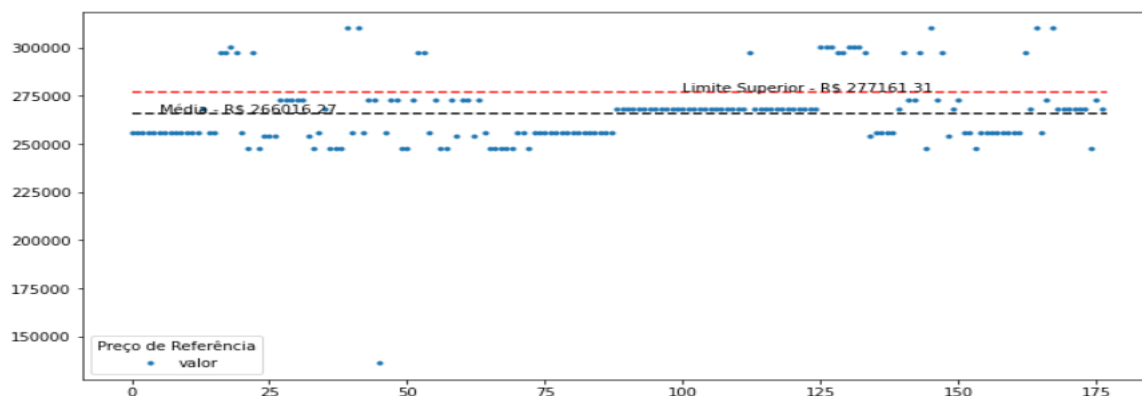
Tabela 15 – 19 Itens com valores negociados superior ao limite previsto pelo método Maritz-Jarret.

Item	Limite Superior	Quantidade de Processos acima do limite Superior
379557 - ENOXAPARINA SODICA 40 MG,INJETAVEL,SER PREENCH/FRASCO-AMPOLA/AMPOLA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 12,07	238
284300 - GERAIS LOSARTANA POTASSICA 50MG, CAP/CP/CP REV, ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,06	217
131997 - SERINGA DESC.BICO LATERAL,LUER, 20 ML, S/AGULHA, ESTERIL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,32	212
105848 - AGUA PARA INECAO,AMPOLA 10ML - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,21	205
183091 - GERAIS INSULINA HUMANA NPH 100UI/ML, SUSP.INJ, FA 10 ML, SC - Unidade: (1 - UN)	R\$ 15,05	203
2092700 - GERAIS INSULINA HUMANA REGULAR 100UI/ML,SOL.INJ,FA 10ML,SUBCUT. - Unidade: (1 - UN)	R\$ 15,39	202
1975773 - CEFTRIAXONA 1G, INJETAVEL, FRASCO-AMPOLA/AMPOLA,IV - Unidade: (1 - UN)	R\$ 4,87	200
108154 - CARBAMAZEPINA 200 MG COMP/CAPS/DRAGEA ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,13	199
107832 - CLONAZEPAM 2 MG COMP/CAPSULA/DRAGEA ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,05	199
158240 - G:OMEPRAZOL 40MG, PO LIOF.SOL.INJ,C/S/DIL-AMP/FA/S.PREENCH-C/S/DIL IV - Unidade: (1 - UN)	R\$ 6,37	196
119415 - GERAIS OMEPRAZOL 20MG, CAP/CP/CP REV, ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,09	195
183512 - GERAIS METFORMINA,CLORIDRATO 850MG,CAPS/CP/CP REV, VO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,06	189
107468 - AMITRIPTILINA, CLORIDRATO 25 MG COMP/CAPS/DRAGEA ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,11	188
480487 - DEXAMETASONA FRASCO-AMPOLA/AMPOLA 2,5 ML - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,67	179
1217240 - CLOPIDOGREL 75MG,COMPRIMIDO/COMPRIMIDO REVESTIDO/CAPSULA/DRAGEA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,26	179
776661 - ESCOPOLAMINA, BUTILBROMETO 20MG/ML,AMPOLA/FRASCO AMPOLA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 1,05	179
103438 - CONTROL DIAZEPAM 10MG, CAP/CP/CP REV, ORAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,06	179
119822 - BACLOFENO 10 MG,COMPRIMIDO/DRAGEA/CAPSULA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,10	177
860280 - FRASCO P/DIETA ENTER.,PLASTICO,C/GRADUACAO,CAP.300ML,ESTERIL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 0,61	174

Fonte: Autoria Própria.

Para exemplificar, o item Nusinersena, 2,4 mg/ml com ampola de 5 ml foi gasto o valor de R\$ 186.256.777,38 entre 2018 e 2022, existem 26 Processos acima do preço máximo aceitável de R\$ 277.161,31 com uma variação de valor mínimo de R\$ 136.408,60 (-50,78%) e valor máximo de R\$ 310.019,55 (11.85%) – Figura 18.

Figura 18 – Mostra os 26 processos superiores ao limite aceitável do item Nusinersena.



Fonte: Autoria Própria.

3.4.2.2. Secretaria de Educação

Foram analisados 516 itens do Grupo Alimentos e 54 itens estão com valores negociados acima do limite superior conforme o método Maritz-Jarret – Tabela 16.

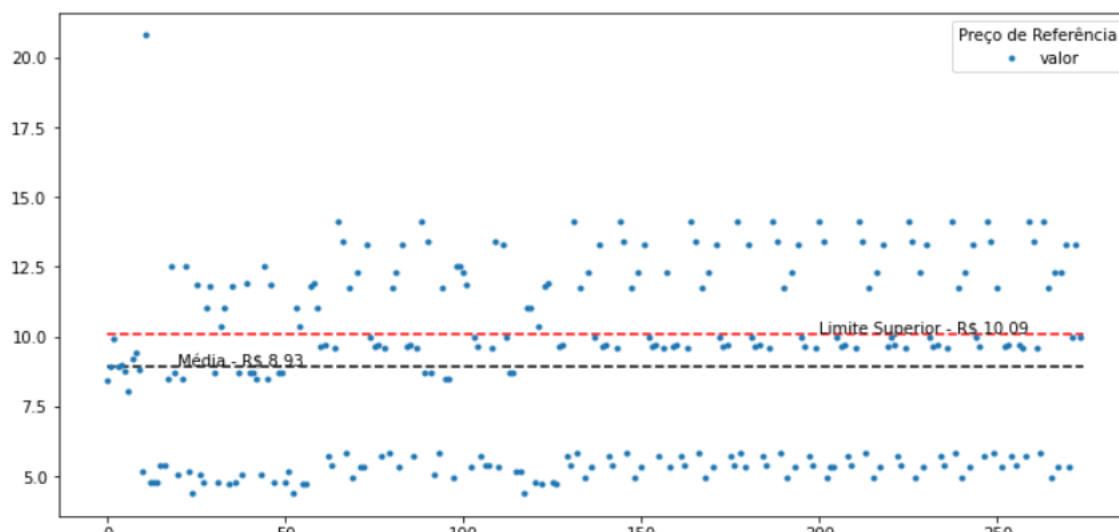
Tabela 16 – Mostra 19 Itens com valores negociados superior ao limite máximo.

Item	Limite Superior	Quantidade de Processos acima do limite Superior
4409396 - MAMAO FORMOSA, TIPO 10 A 16 (PESO UNITARIO DE 0,75 A 1,35 KG) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 5,10	269
4404351 - REPOLHO VERDE LISO, PESO POR UNIDADE 1,7 A 3,0KG - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,57	246
3149757 - BATATA COMUM LAVADA, COM DIAMETRO EQUATORIAL ENTRE 42 A 69MM,MEDIA - Unidade: (3 - KG)	R\$ 3,17	244
4597567 - TOMATE DEBORA, EXTRA AA - Unidade: (3 - KG)	R\$ 4,71	240
4405862 - CENOURA NANTES, EXTRA A (COM COMPRIMENTO ENTRE 160 E 200MM) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,85	232
4653939 - CEBOLA, BRANCA, GRAUDA, DIAMETRO ENTRE 71 E 90MM - Unidade: (3 - KG)	R\$ 3,54	229
4396715 - BETERRABA, EXTRA A (COM DIAMETRO ENTRE 50 E 90MM) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,55	198
4395905 - CHUCHU VERDE CLARO, EXTRA AA (PESO UNITARIO MENOR QUE 250G) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,83	171
4754816 - ABOBORA, SECA (PESCOCO), PESO UNITARIO MENOR QUE 10KG - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,74	170
4394526 - PEPINO COMUM, EXTRA AA (COMPRIMENTO ENTRE 16 E 20CM) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 3,04	159
4409302 - ALHO BRANCO, INTEIRO, CLASSE 6, COM DIAMETRO DO BULBO ENTRE 61 E 70MM - Unidade: (3 - KG)	R\$ 23,43	152
4408683 - MANDIOCA ,BRANCA,GRAUDA, UNIDADE COM DIAMETRO MAIOR QUE 50MM - Unidade: (3 - KG)	R\$ 2,83	108
4361873 - KIT LANCHE, PAO HOT DOG, BEBIDA LACTEA, BISCOITO SALGADO, MACA, BOLO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 8,18	101
4361679 - KIT LANCHE PAO FORMA, BEBIDA LACTEA, MACA, BISCOITO DOCE - Unidade: (1 - UN)	R\$ 8,93	97
4620046 - ADOCANTE DIETETICO EM PO (SACHE), CICLAMATO DE SODIO, SACARINA SODICA - Unidade: (61 - CAIXA 50 UN)	R\$ 7,53	93
4620003 - ADOCANTE DIETETICO LIQUIDO, ASPARTAME - Unidade: (114 - FRASCO 100 ML)	R\$ 10,09	87
4362101 - KIT LANCHE PAO BISNAGUINHA, PAO DE FORMA, MACA, BEBIDA LACTEA, SUCO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 10,52	65
4393228 - BATATA DOCE, ROSADA, EXTRA AA (PESO UNITARIO ENTRE 150 E 300G) - Unidade: (3 - KG)	R\$ 3,02	65
4409353 - ABOBRINHA BRASILEIRA (2A), DIAMETRO DA BASE VARIANDO DE 55 A 70MM - Unidade: (3 - KG)	R\$ 3,01	62

Fonte: Autoria Própria.

Por exemplo, para o item Adoçante Líquido Aspartame com frasco de 100 ml, existem 87 Processos acima do preço máximo aceitável de R\$ 10,09 calculado pelo método acima. Há uma aquisição com preço de R\$ 20,20 acima do valor previsto de limite superior – Figura 19.

Figura 19 – Gráfico demonstrando os 87 processos superior ao limite aceitável do item Adoçante Aspartame.



Fonte: Autoria Própria.

Para o Grupo Veículos Rodoviários, foram analisados 02 itens que não houve inconsistência nos valores de referências.

3.4.2.3. Secretaria de Segurança

Foram analisados 90 itens do Grupo Veículos Rodoviários e 09 itens estão com valores negociados de Processos acima do limite superior conforme o método Maritz-Jarret – Tabela 17.

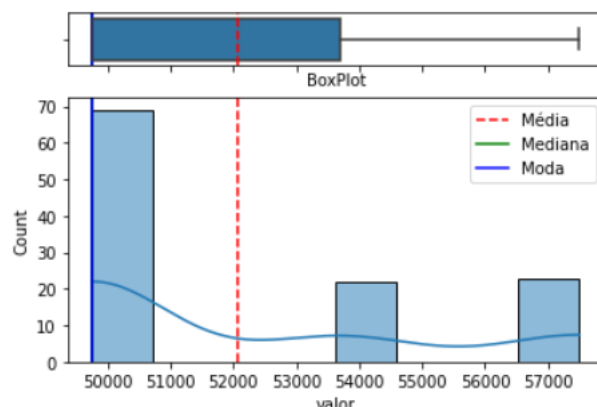
Tabela 17 – 09 Itens com valores negociados superior ao limite previsto.

Item	Limite Superior	Quantidade de Processos acima do limite Superior
3801896 - VEICULO-POLICIAMENTO, TIPO PERUA, RADIOPATRULHA, TRANSC.DIG.MULTIBANDA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 50.501,50	45
5157790 - VEICULO - POLICIAMENTO, TIPO VAN, DIESEL, 125 CV - Unidade: (1 - UN)	R\$ 151.481,66	13
5092752 - VEICULO - POLICIAMENTO, UTILITARIO ESPORTIVO (SUV) - Unidade: (1 - UN)	R\$ 126.925,45	10
4672100 - VEICULO ESPECIAL - CAMINHAO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 923.134,23	2
5577993 - VEICULO ESPECIAL - CAMINHAO, AUTO BOMBA SALVAMENTO (ABS) - Unidade: (1 - UN)	R\$ 1.225.715,27	1
2549662 - AMBULANCIA, FURGAO, DIESEL, RODAGEM 2X2,5M, 3P/1T, ALT.1750, 125CV, VERMELHO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 384.008,25	1
5390532 - VEICULO - POLICIAMENTO, UTILITARIO ESPORTIVO SUV, 4X2, 150 CV - Unidade: (1 - UN)	R\$ 271.934,10	1
5321549 - VEICULO - POLICIAMENTO, TIPO VAN - Unidade: (1 - UN)	R\$ 153.347,38	1
5585619 - VEICULO AUTOMOTOR, CAMINHONETE, CABINE DUPLA, DIESEL, BRANCA, 140CV, 4X4 - Unidade: (1 - UN)	R\$ 231.429,04	1

Fonte: Autoria Própria.

Por exemplo, para o item Veículo Policiamento, existem 45 Processos acima do preço máximo aceitável de R\$ 50.501,50. Há uma aquisição com preço de R\$ 57.500,00 – 13,85% acima do valor previsto de limite superior – Figura 20.

Figura 20 – Gráfico da média, mediana e moda dos valores do Veículo Policiamento.



Fonte: Autoria Própria.

Para o Grupo Material de Escritório, foram analisados 2061 itens do Grupo Material de Escritório e 256 itens estão com valores de Processos acima do limite superior e existe um item com quantidade de 90 Processos acima do limite máximo– Tabela 18.

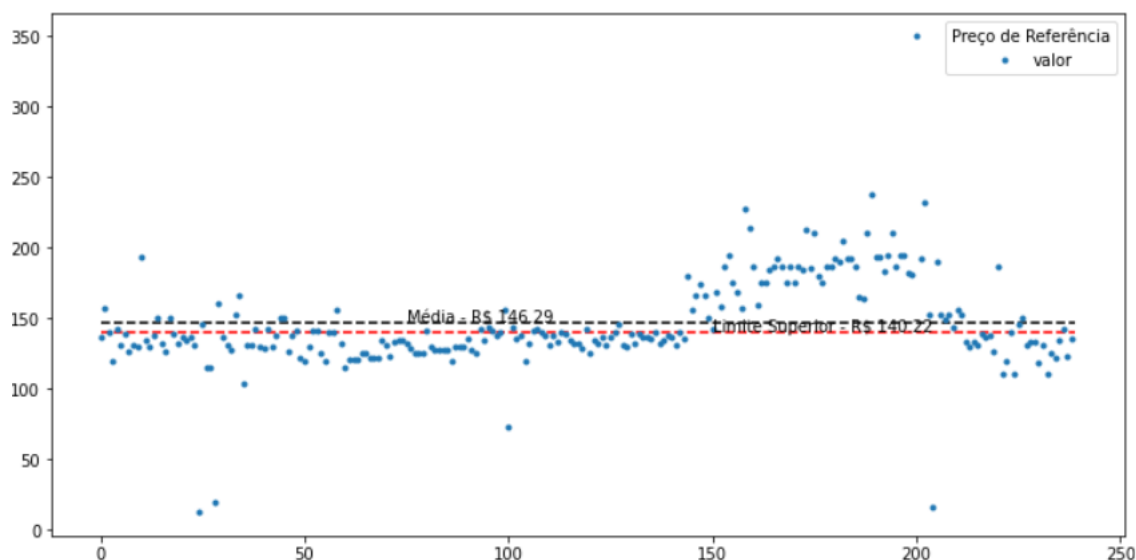
Tabela 18 – 19 Itens com valores negociados superior ao limite previsto pelo método Maritz-Jarret.

Item	Limite Superior	Quantidade de Processos acima do limite Superior
547360 - COLCHETE LATONADO,N.12 - Unidade: (220 - CAIXA 72 UN)	R\$ 3,07	90
4346335 - TESOURA ESCOLAR DE ACO INOXIDAVEL,20CM,CABO PLASTICO,PRETA,P/DESTRO - Unidade: (1 - UN)	R\$ 3,27	80
4348400 - LIVRO ATA DE PAPELARIA MIN.(205X297)MM VERTICAL,100 FLS,NA COR PRETA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 6,28	80
169943 - COLCHETE LATONADO,N.10 - Unidade: (220 - CAIXA 72 UN)	R\$ 2,24	66
1138162 - FITA ADESIVA DE PAPELARIA,CREPE,MEDINDO(50MMX50M),BRANCA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 6,49	64
140538 - COLCHETE LATONADO,N.8 - Unidade: (220 - CAIXA 72 UN)	R\$ 1,88	60
4421140 - FITA ADESIVA DE PAPELARIA,CREPE,MEDINDO(48MMX50M),BRANCA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 7,19	56
4925076 - RECADO AUTO ADESIVO,PAPEL OFF-SET,38X50MM,S/PAUTA,CJ.4 CORES - Unidade: (1515 - PACOTE COM 4 BLOCOS 1	R\$ 2,94	51
2938065 - ESTILETE,CABO POLIESTIRENO 130MM,LAMINA ACO CARB.18MM,TRAVA EM ROLDANA - Unidade: (1 - UN)	R\$ 4,03	49
2334917 - GRAMPEADOR,MESA,PROF.METAL/BOR.(28CM),23/6-23/8-23/10-23/13,PRETO,100F - Unidade: (64 - CAIXA 1 UN)	R\$ 26,49	46
5095603 - CAIXA P/ARQUIVO; EM POLIPROPILENO CORRUGADO, 360 X 135 X 252MM, AZUL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 2,49	43
142042 - COLCHETE LATONADO,N.15 - Unidade: (220 - CAIXA 72 UN)	R\$ 5,24	43
140503 - FITA ADESIVA DE PAPELARIA,POLIPROPILENO,MEDINDO(45MMX50M),INCOLOR - Unidade: (1 - UN)	R\$ 1,80	42
4059948 - CORRETIVO DE PAPELARIA,ROLLER,FITA,C/(5MM X 10M) - Unidade: (1 - UN)	R\$ 2,96	36
1022644 - PAPEL SULFITE DE PAPELARIA,90G/M2,A4,BRANCA,CORTE ROTATIVO,EMB.BOPP - Unidade: (33 - PACOTE 500 FL)	R\$ 22,52	36
5532558 - ALMOFADA PARA CARIMBO,FELTRO,ESTOJO PLASTICO,TINTA,PRETA,NR.3 - Unidade: (1 - UN)	R\$ 2,61	36
730939 - COLCHETE LATONADO,N.6 - Unidade: (220 - CAIXA 72 UN)	R\$ 1,70	35
4801113 - PRANCHETA PORTATIL,MADEIRA,OFICIO,ESPE.3MM,PREENDEDOR METAL,COR NATURAL - Unidade: (1 - UN)	R\$ 2,90	35

Fonte: Autoria Própria.

O item Papel Sulfite, formato A4 (210X297) MM, 75G, branco - Unidade: caixa com 10 resma possui 93 Processos com preços acima do limite máximo, há uma variação de valor mínimo de R\$ 12,50 (-91,08%) e valor máximo de R\$ 350,00 (149,60%) em relação ao valor previsto de limite superior de R\$ 140,22– Figura 21.

Figura 21 – Gráfico demonstrando os 93 processos superior ao limite aceitável do Item acima.



Fonte: Autoria Própria.

3.5 Avaliação

Para validar o algoritmo APRIORI, os resultados da Secretaria de Saúde foram utilizados. Primeiramente, o algoritmo de associação mostrou as empresas que podem ter algum tipo de relação para criar um situação de não competitividade na licitação. Depois, aplicou-se uma pesquisa numa ferramenta que utiliza grafos (REDE-CNPJ) para identificar vínculos entre empresas da base de dados da Receita Federal. Encontraram-se vários relacionamentos entre as empresas que podem indicar indícios de anormalidade. Das 562 empresas selecionadas pelo APRIORI da Secretária da Saúde dos itens medicamentos, foram analisados seus comportamentos com as informações da BEC e SIGEO. Cruzou-se as duas bases de dados para entender o comportamentos nas licitações, um sócio que participa de 17 empresas descobriu-se que três empresas forneceram à Secretaria da Saúde no valor de R\$ 740.912.684,69, conforme Tabela 19. Assevera-se que as empresas D e M participaram em 11 licitações simultaneamente e o sócio das 17 empresas é a empresa E.

Tabela 19 – Comportamentos das empresas com mesmo sócio nas licitações.

Empresa	Participações em Licitações na BEC	Pregão	Vencedora Pregão	Convite	Vencedora Convite	Dispensa	Concorrência	Inexibibilidade	Lances	Empenhos
EMPRESA D	2.221	2.155	1.186	66	31	1	1	0	58.053	R\$ 577.771.827,63
EMPRESA E	172	170	56	2	0	2	0	0	1.155	R\$ 67.620.617,91
EMPRESA M	65	65	29	0	0	7	0	3	308	R\$ 95.502.940,75
EMPRESA C	1	1	0	0	0	2	0	0	2	R\$ 17.298,40
TOTAL DOS EMPENHOS										R\$ 740.912.684,69

Fonte: Autoria Própria.

Ademais, há 31 empresas com mesmo telefone e e-mail. Dessas empresas, 07 empresas foram apresentadas pelo algoritmo APRIORI e 24 relacionadas pelo REDECNPJ. Achou-se 08 empresas que participaram das licitações com fornecimentos ao Estado, conforme Tabela 20. A Tabela 21 mostra as participações simultânea nas licitações, a empresa D participou simultaneamente nos certames com as empresas A e N com a seguinte quantidade, respectivamente, 278 e 219.

Tabela 20 – Comportamentos das empresas com mesmo telefone e e-mail nas licitações.

Empresa	Participações em Licitações na BEC	Pregão	Vencedora Pregão	Convite	Vencedora Convite	Dispensa	Concorrência	Inexibibilidade	Lances	Empenhos
EMPRESA CO	21	21	10	0	0	1	0	0	182	R\$ 5.249.590,00
EMPRESA D	2.221	2.155	1.186	66	31	1	1	0	58.053	R\$ 577.771.827,63
EMPRESA E	172	170	56	2	0	2	0	0	1.155	R\$ 67.620.617,91
EMPRESA E FILIAL	269	261	87	8	6	5	1	0	1.608	R\$ 11.828.983,22
EMPRESA A	823	801	164	22	16	6	0	0	12.776	R\$ 72.071.168,36
EMPRESA B	51	50	33	1	0	0	0	0	587	R\$ 3.433.095,00
EMPRESA N	1.361	1.155	429	206	93	22	1	0	37.586	R\$ 11.431.096,64
EMPRESA C	1	1	0	0	0	2	0	0	2	R\$ 17.298,40
TOTAL DOS EMPENHOS										R\$ 749.423.677,16

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 21 – Participação simultânea nas licitações.

Empresas	EMPRESA CO	EMPRESA D	EMPRESA E	EMPRESA E FILIAL	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA N	EMPRESA C
EMPRESA CO	-	1	-	-	2	-	8	-
EMPRESA D	1	-	2	37	278	4	219	-
EMPRESA E	-	2	-	-	13	2	8	-
EMPRESA E FILIAL	-	37	-	-	29	4	8	-
EMPRESA A	2	278	13	29	-	3	8	2
EMPRESA B	-	4	2	4	3	-	10	-
EMPRESA N	8	219	8	8	8	10	-	8
EMPRESA C	-	-	-	-	2	-	8	-

Fonte: Autoria Própria.

Na Secretaria da Saúde, outra pesquisa foi com as empresas que participaram em licitações na BEC que não forneceram ao Estado – Tabela 22.

Tabela 22 – Comportamentos das empresas nas licitações sem empenho no Estado.

Empresa	Participações em Licitações	Pregão	Convite	Classificada	Valor Confirmado	Desclassificada	Total Empenho	Lances
A	163	161	2	161	29	1	0	291
B	156	151	5	151	37	0	0	663
C	125	120	5	120	87	0	0	1.220
D	123	120	3	120	113	0	0	1.350
E	116	108	8	107	81	1	0	882
F	109	103	6	98	63	6	0	669
G	102	98	4	98	70	0	0	493
H	102	96	6	96	63	0	0	1.212
I	100	100	0	95	39	6	0	358
J	96	93	3	92	67	1	0	682
K	95	87	8	84	59	3	0	654
L	93	82	11	79	75	3	0	904
M	91	68	23	66	48	5	0	502
N	90	64	26	61	49	4	0	352
O	86	65	21	62	40	3	0	372

Fonte: Autoria Própria.

Pelo apresentados nas Tabelas 19, 20, 21 e 22, pode-se estudar o comportamento das empresas nas licitações para corroborar na busca de indícios de anormalidade/irregularidades nas licitações.

Em relação ao método de Maritz-Jarret, apresentou uma solução rápida e eficaz para inferir se os valores dos preços de referências nas licitações estão condizentes com as compras anteriores e as posteriores. Na Tabela 23, mostra que alguns casos os limites superiores propostos estão aproximados com a média ponderada, porém a média não serve como referência por causa da sua sensibilidade com os *outliers*.

Tabela 23 – Análise estatística.

MEDICAMENTOS	Total Empenhado	MIN	MAX	Média	Média Ponderada	Desvio	Mediana	Q1	Q3	Limite Superior do BOXPLOT	Limite Superior do Maritz-Jarrett
3250105 - GERAIS TIOTROPIO, BROM 2,5MCG/DOSE, SOL INLAT, FR+INALADOR/DOSE, TOPICA - 540 - DOSE	R\$ 372.450.406,08	R\$ 3,00	R\$ 186,00	R\$ 6,48	R\$ 3,10	R\$ 24,10	R\$ 3,10	R\$ 3,07	R\$ 3,30	R\$ 3,65	R\$ 3,12
3670430 - CONTROL SOMATROPINA 12UI(4MG), PO LIQF INI, A/FA/S. PRE COM DIL, IM/SC - 1 - UN	R\$ 277.892.111,33	R\$ 57,00	R\$ 172,00	R\$ 102,09	R\$ 108,41	R\$ 21,98	R\$ 107,50	R\$ 92,12	R\$ 110,67	R\$ 138,50	R\$ 110,29
5135508 - GERAIS NUSINERSENA 2,4 MG/ML, SOL INI, AMP/FR AMP/SER PRE, INTRATECAL - 957 - FRASCO AMPOLA 5 ML	R\$ 186.256.777,38	R\$ 136.408,60	R\$ 310.019,55	R\$ 267.918,73	R\$ 266.780,86	R\$ 19.096,41	R\$ 268.052,07	R\$ 255.614,88	R\$ 272.817,20	R\$ 298.620,68	R\$ 277.161,31
4630459 - GERAIS NINTEDANIBE, ESILATO 150 MG CAPS/CP/CP REVES VIA ORAL - 1 - UN	R\$ 150.226.519,33	R\$ 198,38	R\$ 266,21	R\$ 222,51	R\$ 227,66	R\$ 14,47	R\$ 228,93	R\$ 204,45	R\$ 228,93	R\$ 265,65	R\$ 237,58
2324610 - GERAIS LEUPORRELINA, AC.11,25MG/PO LIQF SUS INI/A/FA/SER;C/OU S/DIL;IM - 1 - UN	R\$ 149.268.554,63	R\$ 1.097,77	R\$ 1.329,00	R\$ 1.225,38	R\$ 1.215,10	R\$ 65,26	R\$ 1.225,00	R\$ 1.165,76	R\$ 1.308,17	R\$ 1.521,79	R\$ 1.246,35
3545814 - GERAIS ELTROMBOPAGUE OLAMINA 50 MG CAP/CP/CP REV, VO - 1 - UN	R\$ 119.387.351,62	R\$ 176,42	R\$ 271,24	R\$ 237,49	R\$ 244,32	R\$ 19,78	R\$ 239,54	R\$ 221,09	R\$ 257,39	R\$ 311,84	R\$ 249,16

Fonte: Autoria Própria.

Ademais, o item supracitado Nusinersena, 2,4 mg/ml com ampola de 5 ml foi gasto o valor de R\$ 186.256.777,38 entre 2018 e 2022, existem 26 Processos acima do preço máximo aceitável de R\$ 277.161,31 com uma variação de valor mínimo de R\$ 136.408,60 (-50,78%) e valor máximo de R\$ 310.019,55 (11.85%) – Figura 21. Aprofundou-se nesse medicamento, destaca-se que o Governo Federal possui um Contrato N° 48/2021 para entrega de 1.904 fracos no valor de R\$ 160.000,00 comprado diretamente com a fabricante, o Governo Estadual de São Paulo adquire com distribuidor. É necessário evidenciar que apenas uma compra foi abaixo de R\$ 160.000,00 todas as outras foram acima conforme Tabela 24. Com isso, demonstra a necessidade de comparar os preços da base do SIGEO com os preços de outras bases de dados para realmente deduzir se está condizente com o valor de mercado.

Tabela 24 – Modalidades de compras com quantidade e valor unitário do Produto Nusinersena.

Modalidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Dispensa	1	R\$ 272.817,20	R\$ 272.817,20
	5	R\$ 300.428,06	R\$ 1.502.140,30
	12	R\$ 247.399,97	R\$ 2.968.799,64
	4	R\$ 247.616,88	R\$ 990.467,52
	4	R\$ 272.817,20	R\$ 1.091.268,80
	4	R\$ 297.152,83	R\$ 1.188.611,32
	4	R\$ 300.428,06	R\$ 1.201.712,24
	24	R\$ 272.817,20	R\$ 6.547.612,80
	24	R\$ 297.152,83	R\$ 7.131.667,92
	35	R\$ 300.428,05	R\$ 10.514.981,75
Inexibilidade	1	R\$ 297.242,95	R\$ 297.242,95
	4	R\$ 268.052,07	R\$ 1.072.208,28
	2	R\$ 247.399,97	R\$ 494.799,94
Pregão	1	R\$ 247.616,85	R\$ 247.616,85
	1	R\$ 247.616,87	R\$ 247.616,87
	16	R\$ 255.614,88	R\$ 4.089.838,08
	2	R\$ 255.615,88	R\$ 511.231,76
	20	R\$ 268.052,07	R\$ 5.361.041,40
	12	R\$ 272.817,20	R\$ 3.273.806,40
	2	R\$ 297.152,83	R\$ 594.305,66
	2	R\$ 297.152,84	R\$ 594.305,68
	2	R\$ 310.019,55	R\$ 620.039,10
	2	R\$ 136.408,60	R\$ 272.817,20
	2	R\$ 247.399,97	R\$ 494.799,94
	2	R\$ 247.616,85	R\$ 495.233,70
	48	R\$ 255.614,88	R\$ 12.269.514,24
	2	R\$ 255.615,88	R\$ 511.231,76
	30	R\$ 268.052,07	R\$ 8.041.562,10
	8	R\$ 272.817,20	R\$ 2.182.537,60
	6	R\$ 297.152,83	R\$ 1.782.916,98
	2	R\$ 310.019,55	R\$ 620.039,10
	3	R\$ 247.399,97	R\$ 742.199,91
	3	R\$ 247.616,85	R\$ 742.850,55
	3	R\$ 255.614,88	R\$ 766.844,64
	21	R\$ 268.052,07	R\$ 5.629.093,47
	3	R\$ 310.019,54	R\$ 930.058,62
	3	R\$ 310.019,55	R\$ 930.058,65
	8	R\$ 247.399,97	R\$ 1.979.199,76
	4	R\$ 247.616,87	R\$ 990.467,48
	4	R\$ 247.616,88	R\$ 990.467,52
	28	R\$ 254.216,03	R\$ 7.118.048,84
	24	R\$ 255.614,88	R\$ 6.134.757,12
	8	R\$ 268.052,07	R\$ 2.144.416,56
	12	R\$ 297.152,83	R\$ 3.565.833,96
	5	R\$ 247.616,85	R\$ 1.238.084,25
	12	R\$ 247.399,97	R\$ 2.968.799,64
	16	R\$ 254.216,00	R\$ 4.067.456,00
	17	R\$ 268.052,07	R\$ 4.556.885,19
	21	R\$ 268.052,07	R\$ 5.629.093,47
	28	R\$ 255.614,88	R\$ 7.157.216,64
	29	R\$ 268.052,07	R\$ 7.773.510,03
	31	R\$ 255.614,88	R\$ 7.924.061,28
	40	R\$ 247.616,85	R\$ 9.904.674,00
	44	R\$ 255.614,88	R\$ 11.247.054,72
	50	R\$ 272.817,20	R\$ 13.640.860,00
		R\$ 186.256.777,38	

Fonte: Autoria Própria.

Por fim, comparou-se com o método do *Boxplot* (DUTOIT, 2012) para encontrar os *outliers* conforme a Tabela 25. No caso do Nusineserna, o limite superior foi R\$ 298.620,68 e com 12 processos acima desse limite inferior ao método Maritz-Jarret que previu 26 processos.

Tabela 25 – Comparativo do limite superior do método Maritz-Jarret e Boxplot.

MEDICAMENTOS	Total Empenhado	Limite Superior do BOXPLOT	Quantidade Acima do Limite Superior do BOXPLOT	Valor acima do Limite Superior do BOXPLOT	Limite Superior do Maritz-Jarrett	Quantidade Acima do Maritz-Jarrett	Valor Acima do Maritz-Jarrett
3250105 - GERAIS TIOTROPIO, BROM 2,5MCG/DOSE, SOL INLAT, FR+INALADOR/DOSE, TOPICA - 540 - DOSE	R\$ 372.450.406,08	R\$ 3,65	9	R\$ 142.253,40	R\$ 3,12	50	R\$ 100.303.484,28
3670430 - CONTROL SOMATROPINA 12UI(4MG), PO LIOF INJ, A/FA/S. PRE COM DIL, IM/SC - 1 - UN	R\$ 277.892.111,33	R\$ 138,50	2	R\$ 44.540,00	R\$ 110,29	28	R\$ 174.214.518,07
5135508 - GERAIS NUSINERSENA 2,4 MG/ML, SOL INJ, AMP/FR AMP/SER PRE, INTRATECAL - 957 - FRASCO AMPOLA 5 ML	R\$ 186.256.777,38	R\$ 298.620,68	12	R\$ 16.319.029,76	R\$ 277.161,31	26	R\$ 65.022.161,71
4630459 - GERAIS NINTEDANIBE, ESILATO 150 MG CAPS/CP/CP REVES VIA ORAL - 1 - UN	R\$ 150.226.519,33	R\$ 265,65	2	R\$ 606.958,80	R\$ 237,58	88	R\$ 65.331.052,61
2324610 - GERAIS LEUPORRELINA, AC.11,25MG; PO LIOF SUS INJ; A/FA/SER; C/OU S/DIL; IM - 1 - UN	R\$ 149.268.554,63	R\$ 1.521,79	0	R\$ -	R\$ 1.246,35	23	R\$ 38.920.697,99
3545814 - GERAIS ELTROMBOPAGUE OLAMINA 50 MG CAP/CP/CP REV, VO - 1 - UN	R\$ 119.387.351,62	R\$ 311,84	0	R\$ -	R\$ 249,16	54	R\$ 39.134.528,86

Fonte: Autoria Própria.

3.6 Implantação

O método APRIORI poderá ajudar encontrar relacionamentos entre empresas rapidamente conforme as participações nas licitações com seu método de aprendizado não supervisionado. Pode-se criar um atributo de risco para empresas e acompanhar os comportamentos delas nos certames. Assim, na Controladoria Geral do Estado de São Paulo, poderá ser utilizado nas auditorias para mitigar riscos nas licitações.

Com o método Maritz-Jarret, deve ajudar os pregoeiros, servidores públicos e auditores para verificar se os preços de referências ou negociados estão condizente com os preços das licitações anteriores, caso utilize uma base de dados externa vai se ter um limite superior realmente condizente com o mercado de trabalho.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a implementação de duas soluções para ser utilizada na Bolsa Eletrônica de Compras com objetivo de identificar empresas suspeitas de práticas anormais em licitação e apresentar o limite máximo permitido no preço de referência e negociado. Para isso, foram utilizados dados da IBEC e SIGEO durante o período de 2018 até 2022(setembro).

O algoritmo não supervisionado regra de associação - APRIORI apresentou as empresas que mais participam juntas nas licitações para verificar se existem algum relacionamento entre elas para uma análise pormenorizada de seus comportamentos no certame. Além de conferir o relacionamento por sócio, endereço, e-mail e telefone, poderá utilizar os protocolos da Internet - IP das empresas salvo pelo sistema BEC para ajudar na análise de relacionamentos pela localização do local. Assim, os resultados apresentados devem ser analisado com cautela.

O método de Maritz-Jarret proporciona uma solução rápida e eficaz para inferir os valores dos preços de referências e negociados nas licitações estão condizente com os preços anteriores das licitações. Caso se utilize outra base externa no método, terá um valor realmente condizente com o mercado externo.

Por derradeiro, a utilização das regras de associações e o método estatístico Maritz-Jarret ajudaram pregoeiros, servidores públicos e auditores encontrarem pontos de atenção nas Licitações da Bolsa Eletrônica de Compras - BEC/SP do Governo do Estado de São Paulo e servirá como uma seleção inicial para uma análise exploratória e pormenorizada.

Para evolução do trabalho, utilizar outros algoritmos não supervisionados como a utilização de *clusterização*, criação de grupos de riscos das empresas analisando os seus comportamentos nas licitações ou utilizar uma base de dados de empresas que já sofreram sanções no Estado para criar um *target*. Dessa forma, poderá se utilizar dos algoritmos supervisionados - classificação. Fora do escopo de trabalho, pode-se empregar processamento de linguagem natural para analisar os editais da licitações segundo regras estabelecidas para encontrar anormalidades.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F et al, **Controladoria e eficiência no setor público**. Revista Controle, Ceará, volume 13, n. 02, p. 109-121, dezembro, 2015.

AGRAWAL, R.; IMIELINSKI T.; SWAMI, A. **Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases**. ACM SIGMOD RECORD, New York, volume 22, páginas 207-216, junho de 1993.

Baldomir, Rebeca. **Aplicação do Algoritmo Apriori para Detectar Relacionamentos entre Empresas nos Processos Licitaórios do Governo Federal**. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação) – Universidade de Brasília, Brasília, p. 49, 2017.

BEC - **Bolsa Eletrônica de Compras. Sobre a BEC/SP**. Disponível em:
https://www.bec.sp.gov.br/FAQ_UI/FAQ.aspx?chave=. Acesso em: 02 jul. 2022.

RASCHKA, S. **MLXTEND**: Berkeley Software Distribution for Machine Learning. Version 0.21.0. [S.l.]: 04 set 2022. Disponível em: <http://rasbt.github.io/mlxtend/>. Acesso em: 16/08/2022.

BRASIL. **Lei nº 8.666/98, de 21 de junho de 1993**. Normas para licitações e contratos da Administração Pública. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2022]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em: 02 jul. 2022.

_____. **Lei nº 10.520/02, de 17 de julho de 2002**. Modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110520.htm. Acesso em: 02 jul. 2022.

_____. **Lei nº 14.133/21, de 01 de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2022]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 02 jul. 2022.

CASTRO, L; FERRARI, D.; Introdução à Mineração de Dados: Conceitos básicos, algoritmos e aplicações. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

CHAPMAN, P. et al. **CRISP-DM 1.0: Step-by-step Data Mining Guide**. New York: 2000.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. Direito Administrativo. Rio de Janeiro: Editora Florense, 2018.

DUTOIT S. H. C. Graphical exploratory data analysis. Springer: 2012.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Decreto n° 45.085/00, de 31 de julho de 2000**. Sistema eletrônico de contratações. São Paulo, SP: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, [2022]. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2000/decreto-45085-31.07.2000.html#:~:text=Institui%2C%20no%20%C3%A2mbito%20do%20Estado,operacionais%20de%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20despesas>. Acesso em: 02 jul. 2022.

FACELI, K. et al. **Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

FAYYAD, U., Piatetski-Shapiro, G. e Smyth, P. **From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases**. AI Magazine. Providence, p. 41-54, julho de 1997.

FUNDAP, Fundação do Desenvolvimento Administrativo. **Manual retrizes para combater o conluio entre concorrentes em contratações públicas**. São Paulo, 2007. Páginas: 57 e 58. Disponível em: http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.pregao.sp.gov.br/apoiopregoeiro/sistemaapoio/pdf/manual_pregao_eletronico_versao_29jan2007.pdf. Acesso em: 02 jul. 2022.

GÉRON, A; Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. California: O'Reilly Media, 2019.

HACKELING, G.; Mastering Machine Learning with scikit-learn. Birmingham: Pack Publishing , 2014.

JAIN, A.; DUBES R.; Algorithms for Clustering Data. New Jersey: Prentice-Hall, 1988.

MORITZ JÚNIOR, Décio. **Classificação de Editais Licitatórios em áreas de atuação baseado em aprendizado supervisionado**. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 63, 2018.

MARITZ, J.; JARRET, R. **A note on estimating the variance of the sample median**, JASA Vol. 73, p. 194-196, janeiro de 1978.

OCDE, Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico. **Diretrizes para combater o conluio entre concorrentes em contratações públicas**. páginas: 02 e 03.

Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/banner/seguro/diretrizes-ocde.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2022.

REDE-CNPJ, **Visualização de dados públicos de CNPJ**. 2022. Página inicial. Disponível em <https://redecnnpj.com.br>. Acesso em: 16/11/2022.

SANTOS, Franklin Brasil; SOUZA, Kleberson Roberto de. **Como combater a corrupção em licitações: detecção e prevenção de fraudes**. Belo Horizonte: Fórum, 2016.

Virtanen, Pauli et al. (2020) **SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python**. Nature Methods, 17(3), 261-272. Versão 1.3.0. [S.l.]: 17 May 2019. Disponível em: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.mstats.mjci.html>. Acesso em: 20/09/2022.