

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROPOSIÇÃO DE INDICADORES PARA INVESTIGAÇÃO  
DE LICITAÇÕES POR MEIO DE TÉCNICAS DE  
RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESTATÍSTICOS E  
MINERAÇÃO DE DADOS**

**CIRILO MAX MACEDO DE MORAIS**

**ORIENTADOR: DÍBIO LEANDRO BORGES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO INFORMÁTICA FORENSE E  
SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO**

**PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM - 644/2016**

**BRASÍLIA / DF: JULHO/2016**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROPOSIÇÃO DE INDICADORES PARA INVESTIGAÇÃO  
DE LICITAÇÕES POR MEIO DE TÉCNICAS DE  
RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESTATÍSTICOS E  
MINERAÇÃO DE DADOS**

**CIRILO MAX MACEDO DE MORAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM INFORMÁTICA FORENSE E SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO.

APROVADA POR:

---

**PROF. DÍBIO LEANDRO BORGES, Doutor (CIC-UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**PROF. FLÁVIO ELIAS DE DEUS, Doutor (ENE-UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**PROF. MARCELO LADEIRA, Doutor (CIC-UnB)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 12 DE JULHO DE 2016.**



## FICHA CATALOGRÁFICA

MORAIS, CIRILO MAX MACEDO DE

Proposição de Indicadores para Investigação de Licitações por Meio de Técnicas de Reconhecimento de Padrões Estatísticos e Mineração de Dados. [Distrito Federal] 2016.  
xx, 126p., 297 mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Engenharia Elétrica, 2016).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Reconhecimento de Padrões Estatísticos 2. Fraude em Licitações  
3. Cartéis 4. Dados Abertos

I. ENE/FT/UnB. II. Título (Série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MORAIS, CIRILO MAX MACEDO DE (2016). Proposição de indicadores para investigação de licitações por meio de técnicas de reconhecimento de padrões estatísticos e mineração de dados. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGENE.DM - 644/2016, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 126p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Cirilo Max Macedo de Moraes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Proposição de indicadores para investigação de licitações por meio de técnicas de reconhecimento de padrões estatísticos e mineração de dados.

GRAU/ANO: Mestre/2016.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Dissertação de Mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Do mesmo modo, a Universidade de Brasília tem permissão para divulgar este documento em biblioteca virtual, em formato que permita o acesso via redes de comunicação e a reprodução de cópias, desde que protegida a integridade do conteúdo dessas cópias e proibido o acesso a partes isoladas desse conteúdo. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Cirilo Max Macedo de Moraes  
Av. Borges de Melo nº 820, Bairro de Fátima  
CEP 60.415-510 – Fortaleza – CE - Brasil



## DEDICATÓRIA

À minha esposa Luina, aos meus filhos Cirilo Filho e  
Manuela, aos meus pais, minha irmã, parentes e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus por mais uma etapa concluída na minha vida, à minha esposa e meus filhos que me apoiaram e incentivaram em meus estudos. Agradeço também aos colegas e professores do curso de mestrado pelo convívio e solidariedade.

Agradeço sinceramente ao orientador, Prof. Díbio, pela confiança depositada e pelo apoio durante todo o curso de mestrado. Devo agradecer também a todas as pessoas que colaboraram para a conclusão deste trabalho, principalmente ao pessoal dos Setores Técnico-Científicos da Polícia Federal do Piauí e do Ceará, além dos colegas peritos na análise de licitações de obras de todos os estados, que por meio de artigos publicados e da troca de experiências em grupos de mensagens, muito contribuíram para este trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Polícia Federal.

Cirilo Max Macedo de Moraes



## **RESUMO**

# **PROPOSIÇÃO DE INDICADORES PARA INVESTIGAÇÃO DE LICITAÇÕES POR MEIO DE TÉCNICAS DE RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESTATÍSTICOS E MINERAÇÃO DE DADOS**

**Autor: Cirilo Max Macedo de Moraes**

**Orientador: Díbio Leandro Borges**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, julho de 2016**

O trabalho descrito nesta dissertação objetiva propor a utilização de indicadores para investigação de licitações. Tais indicadores foram obtidos a partir da análise do comportamento da empresa vencedora, empresas perdedoras e do órgão licitante, além dos dados da própria licitação, por meio de técnicas de reconhecimento de padrões estatísticos e mineração de dados, e procuram apontar sobre a necessidade de uma investigação mais aprofundada em licitações de obras públicas, além de agregar informações sobre a forma de atuação das empresas participantes, facilitando a identificação de empresas fraudadoras.

Durante o trabalho foram analisados indicadores utilizados para identificação de cartéis como distribuição de preços, associação de empresas, número de participantes de licitações, número de empresas vencedoras por órgãos licitantes e outros.

Para verificação dos indicadores propostos foram utilizadas informações extraídas de licitações disponibilizadas pelo Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará e comparadas com as empresas consideradas inidôneas por Órgãos Federais de controle.



**ABSTRACT**

**INDICATORS PROPOSITION FOR BIDDING INVESTIGATION BY STATISTICAL PATTERN RECOGNITION AND DATA MINING**

**Author: Cirilo Max Macedo de Morais**

**Supervisor: Díbio Leandro Borges**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, July of 2016**

The work described in this thesis aims to propose the use of indicators for bids investigation. Such indicators were obtained from the analysis of the winner company, losing companies and bidder agencies behaviors, in addition to the data of the bidding itself, through the use of pattern recognition and data mining, and seek to point on the need of further investigation in bids for civil engineering works, as well as aggregate information about the bidding companies performance, helping the identification of fraudulent companies.

During the study, were analyzed indicators to identify cartels, as distribution of prices, association of companies, number of participants, number of bidder companies and number of winner companies in bidder agencies, among others.

For the methodology verification, were extracted information from tenders offered by the Court of Auditors of municipalities in the State of Ceará and compared them with the fraudulent companies considered by Federal Control Agencies.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Motivação.....	1
1.3. Problema.....	2
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Estrutura do Trabalho .....	4
<b>2. EXTRAÇÃO DE DADOS DA <i>WEB</i> RELATIVOS A LICITAÇÕES E CONTRATOS PÚBLICOS PARA INFERÊNCIA POR RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESTATÍSTICOS: ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Estudo de Caso .....	8
2.1.1. Fonte de Dados.....	8
2.1.2. R-Project .....	10
2.1.3. Modalidades de Licitações.....	11
2.1.4. Extração de Dados .....	12
2.1.5. Análise dos Dados.....	14
2.1.6. Resultados Obtidos .....	19
2.2. Conclusões.....	21
<b>3. IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS COMUNS PARA DETECÇÃO DA FORMAÇÃO DE CARTÉIS E VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS ABERTOS PARA ESTA DETECÇÃO .....</b>	<b>22</b>
3.1. Características dos cartéis .....	23
3.2. Padrões da atuação de cartéis .....	25
3.2.1. Padrões da atuação de cartéis relacionados a forma de participação das empresas nas licitações .....	26
3.2.2. Padrões da atuação de cartéis nos documentos apresentados nas licitações de acordo com OECD (2009) .....	28
3.2.3. Padrões relacionados aos preços ofertados de acordo com OECD (2009).....	28
3.2.4. Padrões de declarações suspeitas de acordo com OECD (2009) .....	30
3.2.5. Padrões de comportamento suspeitos de acordo com OECD (2009) .....	30
3.3. Revisão bibliográfica sobre técnicas utilizadas para identificação de cartéis .....	31
3.4. Análise dos dados disponibilizados nos portais da transparência brasileiros .....	37

3.4.1.	Dados abertos e obrigatoriedade de divulgação.....	37
3.4.2.	Órgãos públicos e dados sobre licitações.....	39
3.5.	Conclusões.....	43
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE DAS VARIÁVEIS NECESSÁRIAS PARA A FORMAÇÃO DE INDICADORES DE PARTICIPAÇÃO DE CARTÉIS EM LICITAÇÕES.....</b>	<b>46</b>
4.1.	Variáveis .....	46
4.1.1.	Variáveis relacionadas ao objeto .....	47
4.1.2.	Variáveis relacionadas à licitação .....	48
4.1.3.	Variáveis relacionadas aos participantes .....	48
4.1.4.	Variáveis relacionadas ao Órgão Licitante.....	49
4.2.	Indicadores .....	49
4.2.1.	Objeto.....	51
4.2.2.	Licitação.....	52
4.2.2.1.	Indicadores relacionados aos preços.....	52
4.2.2.2.	Indicadores relacionados aos participantes da licitação .....	53
4.2.3.	Empresa participante.....	54
4.2.4.	Órgão.....	57
4.2.5.	Contrato.....	60
4.3.	Indicadores de acordo com as variáveis .....	60
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA PROPOSTA PARA OBTENÇÃO DOS INDICADORES PARA INVESTIGAÇÃO DE LICITAÇÕES.....</b>	<b>62</b>
5.1.	Tabela relacionada aos participantes das licitações.....	62
5.2.	Tabela relacionada às Licitações .....	63
5.3.	Tabela relacionada aos Participantes .....	64
5.4.	Tabela relacionada aos Participantes dos Órgãos.....	65
5.5.	Tabela relacionada aos Órgãos .....	66
5.6.	Obtenção de novos indicadores .....	68
5.7.	Conclusões.....	69
<b>6.</b>	<b>VERIFICAÇÃO DOS DADOS EXTRAÍDOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ PARA OBTENÇÃO DOS INDICADORES.</b>	
6.1.	Obtenção dos dados.....	74
6.2.	Análise dos dados.....	80

6.2.1.	Objeto.....	80
6.2.2.	Licitação.....	81
6.2.3.	Empresa participante.....	86
6.2.3.1.	Associação de Empresas Participantes .....	87
6.2.3.2.	Propostas apresentadas .....	89
6.2.4.	Municípios .....	99
6.2.4.1.	Número de licitações .....	99
6.2.4.2.	Número de empresas participantes .....	100
6.2.4.3.	Número de empresas vencedoras.....	101
6.2.5.	Empresa x Município .....	103
6.2.5.1.	Percentual de mercado da maior empresa do município .....	103
6.2.5.2.	Percentual de mercado das duas maiores empresas do município .....	104
6.2.5.3.	Índice Herfindahl-Hirschman (IHH) .....	105
6.3.	Indicadores obtidos.....	107
6.4.	Identificação de empresas inidôneas para comparação com os indicadores obtidos 110	
6.5.	Classificação.....	111
6.6.	Participação de empresas inidôneas nos municípios.....	117
6.7.	Conclusões.....	119
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>121</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>124</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1– Dados Extraídos .....	13
Tabela 2.2– Campos dos <i>Dataframes</i> . .....	13
Tabela 2.3– Dados Finais Para Análise .....	14
Tabela 3.1– Tipos de conluio e seus indicadores de acordo com Tóth <i>et al.</i> (2014).....	37
Tabela 3.2– Variáveis das licitações utilizadas nas metodologias estudadas. ....	44
Tabela 3.3– Informações sobre licitações divulgadas pelos Órgãos Públicos. ....	44
Tabela 4.1– Indicadores e variáveis .....	61
Tabela 5.1 - Participantes de cada licitação .....	70
Tabela 5.2 - Licitações .....	70
Tabela 5.3 - Participantes .....	70
Tabela 5.4 - Participantes em cada órgão .....	71
Tabela 5.5 - Órgãos .....	72
Tabela 5.6– Tabela Final com Indicadores das Empresas.....	73
Tabela 6.1– Variáveis do <i>dataframe</i> sobre licitações. ....	76
Tabela 6.2– Variáveis do <i>dataframe</i> sobre participantes.....	77
Tabela 6.3– Variáveis do <i>dataframe</i> sobre vencedores.....	77
Tabela 6.4– Resumo dos dados obtidos .....	78
Tabela 6.5– Licitações de acordo com a modalidade.....	78
Tabela 6.6– Licitações relacionadas a obras de engenharia.....	79
Tabela 6.7– Participantes e vencedores.....	79
Tabela 6.8– <i>Dataframe</i> com informações sobre as licitações. ....	80
Tabela 6.9– Valores das licitações analisadas. ....	84
Tabela 6.10– Participantes das Licitações.....	107
Tabela 6.11 - Licitações .....	108
Tabela 6.12– Participantes dos Órgãos .....	108
Tabela 6.13– Participantes .....	109
Tabela 6.14– Tabela dos Órgãos Licitantes.....	109
Tabela 6.15– Indicadores das empresas. ....	110
Tabela 6.16– Empresas suspeitas .....	111
Tabela 6.17 - Indicadores utilizados para classificação. ....	111
Tabela 6.18 – Classe obtidas mediante utilização do algoritmo k-means.....	113
Tabela 6.19 - Centróides e médias das variáveis. ....	114
Tabela 6.20– Classes encontradas e percentuais da população e das empresas inidôneas. ....	116

Tabela 6.21 - Média das variáveis de cada classe. ....	116
--	-----



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1– Coeficientes da regressão linear na Modalidade Carta-convite.....	15
Figura 2.2– Comparação entre polinômios de diferentes graus.....	16
Figura 2.3– Modelos de ajuste. ....	16
Figura 2.4– Modalidade Carta-convite. ....	17
Figura 2.5– Modalidade tomada de preços. ....	17
Figura 2.6– Modalidade concorrência. ....	18
Figura 2.7– Modalidade pregão .....	18
Figura 2.8– Modalidade dispensa de licitação. ....	18
Figura 2.9– Modalidade inexigibilidade de licitação.....	19
Figura 2.10– Comparação entre as modalidades de licitação. ....	19
Figura 3.1: Explicação dos itens mostrados no Gráfico de Desconto Padrão (SDG) de acordo com Ballesteros-Perez <i>et al.</i> (2013). ....	34
Figura 4.1– Tipos de variáveis. ....	47
Figura 4.2– Indicadores de participação de cartéis. ....	51
Figura 4.3– Indicadores relacionados à concentração de mercado. ....	59
Figura 6.1– Distribuição das licitações por modalidade em todos os períodos de 2007 a 2015. ....	81
Figura 6.2– Distribuição das licitações por modalidade em cada período.....	82
Figura 6.3– Número de licitações e sua distribuição por município.....	82
Figura 6.4– Histograma do número de participantes. ....	83
Figura 6.5– Valor relativo do contrato em relação ao número de participantes.....	84
Figura 6.6– Valor Relativo do Contrato de acordo com o valor estimado do objeto.....	85
Figura 6.7– Número de participantes da licitação em relação ao valor estimado do objeto....	86
Figura 6.8– Relação entre grau de confiança e suporte das regras de associação analisadas. .	87
Figura 6.9– Grafos das regras de associação obtidas.....	88
Figura 6.10– Matriz compreendendo a identificação das empresas relacionadas pelas principais regras de associação. ....	89
Figura 6.11– Distribuição do número de participantes de licitações de acordo com o período. ....	90
Figura 6.12– Número de participações das empresas de acordo com o número de licitações realizadas pelo município.....	91
Figura 6.13– Número de participações de empresas em municípios de acordo com a relação entre o número de vitórias e o número de participações.....	91

Figura 6.14– Regressão linear do número de vitórias da empresa no município em relação ao número de participações no município. ....	92
Figura 6.15– Regressão linear do valor do número de vitórias da empresa no município em relação ao valor do número de participações no município. ....	93
Figura 6.16– Número de vitórias das empresas em municípios em cada período analisado. ...	93
Figura 6.17– Percentual das empresas que participaram mais de 5 vezes no município, e nunca venceram, de acordo com o número de participações. ....	94
Figura 6.18– Distribuição do número de municípios com participações das empresas em diferentes períodos. ....	95
Figura 6.19– Histograma da relação entre o número de participações das empresas e o número de licitações do município. ....	96
Figura 6.20– Distribuição da relação entre o número de participações das empresas e o número de licitações dos municípios onde participou em cada período. ....	96
Figura 6.21– Média de participação da empresa pelo número de licitações no município em relação a sua média geral de participações. ....	97
Figura 6.22– Média de vitórias da empresa pelo número de participações no município em relação a sua média geral de vitórias. ....	98
Figura 6.23– Média do valor das vitórias da empresa pelo valor das participações no município em relação a sua média geral do valor das vitórias. ....	98
Figura 6.24– Histograma do número de licitações por município por período. ....	99
Figura 6.25– Distribuição do número de licitações por município por período. ....	100
Figura 6.26– Distribuição do número de empresas participantes por município por período. ....	100
Figura 6.27– Número de participantes em relação ao número de licitações realizadas pelo município no período. ....	101
Figura 6.28– Distribuição do número de empresas vencedoras por município por período. ....	102
Figura 6.29– Número de vencedores de licitações por município e o número de licitações realizadas por município por período. ....	102
Figura 6.30– Distribuição da maior parcela de mercado do município por período. ....	103
Figura 6.31– Regressão linear com transformação logarítmica da PMME em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período. ....	104
Figura 6.32– Distribuição das duas maiores parcelas de mercado do município por período. ....	104

Figura 6.33– Regressão linear com transformação logarítmica da PM2E em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período. ....	105
Figura 6.34– Distribuição do IHH do município por período.....	106
Figura 6.35– Regressão linear com transformação logarítmica do IHH em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período. ....	106
Figura 6.36– Distribuição geográfica do IHH dos municípios. ....	107
Figura 6.37 - Identificação do número de classes com a utilização do <i>Elbow Method</i> . ....	112
Figura 6.38– Classes identificadas através do algoritmo K-means. ....	115
Figura 6.39– Histograma da relação entre as empresas das categorias suspeitas e as empresas participantes no município. ....	117
Figura 6.40– Distribuição geográfica da participação das empresas suspeitas nos municípios. ....	118
Figura 6.41– Número de vitórias em relação ao número de participações das empresas e suas respectivas classes. ....	119

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

API - Application Programming Interface

CGU - Controladoria Geral da União

CRAN - Comprehensive R Archive Network

DOT - Departamento de Transportes do Estado de Nova Iorque

IHH – Índice Hirschman-Herfindahl

JSON - JavaScript Object Notation

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

OGD - Open Government Data

OGP – Open Government Partnership

PF/CE - Polícia Federal do Estado do Ceará

RDC - Regime Diferenciado de Contratações Públicas

SAGRES - Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade

SIASG - Sistema Integrado de Administração e Serviços Gerais

SIGA - Sistema Integrado de Gestão de Aquisições.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, mantido pela Caixa Econômica Federal (CEF)

TCE-DF - Tribunal de Contas do Distrito Federal

TCE-MG - Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais

TCE-PB - Tribunal de Contas do Estado da Paraíba

TCE-PE - Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco

TCE-PR - Tribunal de Contas do Estado do Paraná

TCE-RJ -Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro

TCE-SP -Tribunal de Contas do Estado de São Paulo

TCM/CE - Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará

TCM-RJ -Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro

TCM-SP - Tribunal de Contas do Município de São Paulo

TCU - Tribunal de Contas da União

UASG - Unidade administrativa do SIASG

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é propor a utilização de indicadores, por meio de técnicas de reconhecimento de padrões estatísticos e mineração de dados em informações históricas de licitações, que apontem sobre a necessidade de uma investigação mais aprofundada em licitações de obras públicas e agreguem informações sobre a forma de atuação das empresas participantes.

A fraude na contratação de obras compreende a prática de diversos atos ilícitos que podem ser praticados desde a realização da licitação até a entrega da obra. Este estudo concentrou-se na identificação de fraudes relacionadas ao processo licitatório, mais especificamente, na participação de cartéis e inibição do caráter competitivo da licitação por meio da combinação prévia das propostas.

## 1.2. Motivação

De acordo com estimativas de 2004, o desvio de recursos mundial provenientes da indústria da construção civil era da ordem de 340 bilhões de dólares por ano, que representa 10% do volume de recursos envolvidos no mercado global da construção (ASCE, 2004, *apud* Kyriacou, Muínelo-Gallo e Roca-Sagalés, 2015). Para os países em desenvolvimento, com recursos escassos, este tipo de corrupção é mais danoso.

Devido ao limitado número de empresas no setor da construção civil com capacidade para executar grandes empreendimentos, a concorrência neste setor é reduzida. Tal redução ocorre também, em grande parte, pelos acordos praticados por estas empresas.

De acordo com a *Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD, de 427 casos de corrupção de funcionários públicos entre 1999 e 2014, as indústrias extrativistas lideravam os casos, seguidas de perto pelas indústrias da construção civil, transporte e armazenamento (Kyriacou, Muínelo-Gallo e Roca-Sagalés, 2015).

Kawai e Nakabayashi (2014) realizaram uma pesquisa nos dados dos contratos de construção japoneses, do período de 2003 a 2006, e identificaram cerca de 1000 empresas com conduta inconsistente com o comportamento competitivo. Tais empresas conseguiram aproximadamente 7.600 contratos no valor de U\$ 8,6 bilhões, representando 1/5 das licitações.

Tais índices de corrupção no setor da construção civil, mostra a importância que deve ser dada pelos órgãos de controle governamentais na fiscalização de contratos desta natureza.

Por sua vez, a escassez de profissionais com formação em engenharia civil, nos poucos órgãos de controle governamentais, associada à grande quantidade de obras distribuídas em todo o território brasileiro, torna premente o desenvolvimento de metodologias que permitam agilidade, na verificação da aplicação dos vultuosos recursos financeiros envolvidos, e otimizem a utilização dos recursos humanos responsáveis por esta análise.

A partir da adesão do Brasil ao *Open Government Partnership*- OGP, uma iniciativa multinacional para adoção mundial do *Open Government Data* - OGD em setembro de 2011, muitos dados de licitações públicas das esferas municipais, estaduais e federal foram disponibilizados na Internet. Estes dados, que antes eram obtidos somente mediante impressão em papel, agora podem ser facilmente extraídos e classificados.

O uso racional destes dados poderá possibilitar a agilidade e eficiência necessária aos órgãos de controle na época atual. Além disso, permitirá que o cidadão comum possa fiscalizar a correta aplicação dos recursos pelos governantes.

### **1.3. Problema**

As licitações públicas buscam celebrar o contrato mais vantajoso para as administrações governamentais e, para tal, devem respeitar os princípios da moralidade e isonomia. No entanto, muitas licitações são utilizadas por criminosos para auferirem vantagens indevidas.

A fraude a licitação pode ser ocasionada com ou sem a participação do contratante. Com a participação do contratante, a fraude ocorre por meio do direcionamento da licitação, mediante a imposição de especificações ou exigências de capacidade técnica ou econômica das empresas participantes, que excluem a participação da maioria das empresas. Nesta fraude há ainda a possibilidade de os preços ou quantitativos de serviço, estimados para a contratação do objeto, estarem majorados. A fraude sem a participação do contratante, pode acontecer pelo conluio entre as empresas, através da formação do cartel, impedindo a administração pública de obter o desconto mediante a competição entre os participantes.

A descoberta da fraude no processo licitatório é uma tarefa complexa. Pois além da verificação da compatibilidade do valor do contrato com o valor de mercado, é preciso verificar a ocorrência da livre competição entre os participantes, que na maioria das vezes não é possível de ser verificada a partir da análise de uma única licitação.

De acordo com Silva Filho, Lima e Maciel (2010):

Os crimes relacionados à contratação e execução das obras públicas estão, de maneira geral, associados à redução de competitividade das licitações. Por meio de conluio entre possíveis concorrentes e representantes do órgão contratante, garante-se a vitória de determinada empresa por preço superior ao que seria ofertado num ambiente competitivo. Nesse caso, o excesso pago pela Administração é utilizado para remunerar as pessoas beneficiadas direta ou indiretamente pela fraude.

[...] A Polícia Federal, por sua vez, já demonstrou a existência de corrupção, conluio e pagamento de propinas mesmo em licitações de obras que foram contratadas e executadas por preço compatível com a referência oficial.

Desta forma, para otimizar o processo de investigação em licitações de obras públicas, este trabalho procura apresentar indicadores, obtidos a partir do reconhecimento de padrões estatísticos em licitações anteriores e da comparação com as licitações em análise, que facilitem a identificação das licitações e de seus participantes com maior probabilidade de ocorrência de fraude.

#### **1.4. Metodologia**

Para a escolha dos indicadores, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica nos estudos relacionados a identificação da participação de cartéis. Nesta revisão foram analisadas as variáveis utilizadas para a obtenção dos indicadores. Verificou-se que, além da análise de relações diretas entre variáveis informadas em licitações, a análise de regras de associação nas participações das empresas em licitações, constituía uma importante fonte de informação sobre a participação de cartéis.

Após a análise dos indicadores e das variáveis necessárias para a sua formação, procurou-se em dados abertos sobre licitações, disponibilizadas em portais de transparência municipais, estaduais e de tribunais de contas, fontes de consulta que permitissem a utilização do maior número de indicadores.

Após a escolha dos indicadores passou-se a elaboração de uma metodologia para a sua obtenção. Na metodologia sugerida, procurou-se separar as informações obtidas das licitações em cinco tabelas:

- Tabela relacionada aos participantes das licitações

- Tabela relacionada às licitações
- Tabela relacionada aos participantes
- Tabela relacionada aos participantes nos órgãos
- Tabela relacionada aos órgãos

Assim, cada tabela era constituída por seus próprios indicadores e variáveis que eram utilizadas por outras tabelas para obtenção de seus indicadores. Ao final da metodologia foi sugerida uma tabela final, relacionando as empresas e seus respectivos indicadores formados a partir do agrupamento das demais tabelas.

Para testar a metodologia sugerida, utilizou-se o sítio eletrônico do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará -TCM-CE.

Por fim, com o objetivo de verificar se os indicadores obtidos na tabela final para as empresas possibilitariam a identificação de empresas inidôneas, realizou-se uma classificação não supervisionada, utilizando o algoritmo k-means. Em seguida, comparou-se as empresas constantes de cada classe com as empresas consideradas inidôneas pelo TCU, CGU e Polícia Federal e com empresas doadoras de campanhas para Prefeitos vencedoras de licitações.

## **1.5. Estrutura do Trabalho**

Inicialmente, para demonstração das ferramentas utilizadas para extração de dados da *web* e verificação das informações disponibilizadas pelo portal da transparência do Governo Federal, procurou-se realizar um estudo de caso para análise da variação da competição entre os participantes nas diferentes modalidades de licitação.

Em seguida passou-se a abordagem da verificação de participação de cartéis nas licitações de obras. Para a análise da identificação dos cartéis, procurou-se primeiramente realizar uma revisão bibliográfica sobre as características comuns encontradas nos cartéis já identificados. A formação de cartéis é praticada em países de diferentes níveis de desenvolvimento e neste estudo identificaram-se as variáveis a serem buscadas para a caracterização de sua formação.

Com a identificação das informações necessárias para a caracterização dos possíveis cartéis passou-se a estudar as fontes de dados abertos dos diversos órgãos governamentais para verificar se os dados disponibilizados reúnem as características necessárias para identificação de cartéis.



Após a constatação da possibilidade de obtenção de indicadores da participação de empresas em licitações, a partir dos dados disponibilizados em portais da transparência, passou-se a analisar as variáveis informadas e seus respectivos indicadores. Em seguida, apresentou-se uma metodologia para separação das diferentes fontes de variáveis e a forma para obtenção dos diferentes indicadores.

Com a seleção da fonte de dados abertos do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará – TCM-CE, realizou-se uma análise estatística dos dados obtidos e aplicou-se a metodologia desenvolvida anteriormente. Na utilização da metodologia foram utilizadas técnicas de classificação não supervisionadas, com algoritmos geradores de regras de associações, buscando encontrar o modelo que melhor apresentasse regras capazes de indicar os prováveis cartéis.

Por fim, após a realização da análise dos dados e para verificação da eficácia dos indicadores propostos, procurou-se nas bases de dados públicas do Tribunal de Contas da União – TCU e Controladoria Geral da União –CGU, as empresas consideradas inidôneas e, além disso, procurou-se nos laudos de obras de engenharia elaborados pela Polícia Federal do Estado do Ceará, as empresas que participaram conjuntamente de licitações, em cujas propostas foram encontradas coincidências gráficas e documentais, e que reconhecidamente participaram de licitações fraudulentas, testando-se o enquadramento dos mesmos no modelo escolhido. Acrescentou-se ainda no estudo, as empresas doadoras de campanhas para prefeitos que venceram licitações após a vitória dos beneficiários.

Desta forma, o trabalho está distribuído em sete capítulos:

- Neste primeiro capítulo apresentam-se o tema escolhido, os objetivos, a motivação, o problema a ser abordado e a estrutura do trabalho.
- O Capítulo 2 apresenta um estudo inicial sobre a possibilidade de inferência por reconhecimento de padrões estatísticos a partir da análise de fontes de dados de licitações no portal da transparência do Governo Federal.
- O Capítulo 3 inicia uma revisão bibliográfica sobre as diferentes propostas para a identificação de cartéis e apresenta o estudo sobre características comuns na formação de cartéis, relacionando as principais variáveis necessárias. Em seguida, para a verificação da possibilidade de obtenção de informações sobre licitações, é realizada uma avaliação sobre as fontes de dados de licitações de portais da transparência de

órgãos governamentais sobre o fornecimento das variáveis necessárias para detecção de cartéis.

- No Capítulo 4 são apresentadas as variáveis sobre licitações possíveis de serem obtidas e realizados estudos sobre a utilização de indicadores formados por estas variáveis.
- O Capítulo 5 apresenta uma metodologia para separação das variáveis e obtenção de indicadores para as empresas participantes das licitações.
- No Capítulo 6 é apresentado o estudo sobre os dados de licitações obtidos do portal da transparência do TCM-CE, onde são descritos o método de extração, as variáveis e os indicadores obtidos bem como análises estatísticas sobre as informações relacionadas a licitações de obras públicas. Neste capítulo é aplicada a metodologia desenvolvida no capítulo anterior. Além disso, ao final, é realizado o teste dos indicadores propostos por meio da comparação de categorias de empresas, obtidas mediante técnica de classificação não supervisionada, com as empresas inidôneas relacionadas pelos órgãos de controle.
- No Capítulo 7 são expostas as principais conclusões obtidas com a realização do trabalho e as possibilidades para estudos futuros.

## **2. EXTRAÇÃO DE DADOS DA *WEB* RELATIVOS A LICITAÇÕES E CONTRATOS PÚBLICOS PARA INFERÊNCIA POR RECONHECIMENTO DE PADRÕES ESTATÍSTICOS: ESTUDO DE CASO.**

(Extração de dados da *Web* relativos a licitações e contratos públicos para inferência por reconhecimento de padrões estatísticos: estudo de caso By Cirilo Max Macedo de Moraes e Díbio Leandro Borges. Proceedings of the Nineth International Conference on Forensic Computer Science - ICoFCS 2015 Brasília, Brazil, 2015, 113 pp. - Online ISBN 978-85-65069-10-6.)

Identificar padrões em licitações e contratos públicos fraudulentos é de fundamental importância para a melhor utilização dos recursos humanos dos órgãos de controle governamentais. A enorme quantidade de licitações públicas, juntamente com a escassez de pessoal nos órgãos de controle, faz com que as verificações dos contratos sejam realizadas em um pequeno percentual. O critério de escolha dos contratos a serem auditados é realizado por denúncias, amostragem aleatória, montante dos recursos envolvidos, ausência de prestação de contas ou outros. Tais critérios, por sua vez, implicam na não identificação de irregularidades em muitos contratos analisados e permitem que o restante dos contratos não sofra nenhum tipo de auditoria externa.

A fim de criar um critério alternativo, uma análise automática em todos os contratos realizados na administração pública poderia identificar padrões por tipos de objeto e apontar aqueles com maior possibilidade de ocorrência de irregularidades.

Além disso, o surgimento de nova modalidade de licitação como o Regime Diferenciado de Contratação – RDC, que flexibiliza a obrigatoriedade de existência prévia de projeto executivo e orçamento detalhado para contratação de obras e serviços de engenharia, torna ainda mais necessário o conhecimento prévio de padrões estatísticos de contratos similares.

Como fonte de dados para o reconhecimento de padrões, seriam utilizados os dados públicos disponíveis na Internet, disponibilizados pelo governo federal, que elaborou uma ferramenta para isto. Esta ferramenta, conhecida como Portal Brasileiro de Dados Abertos, apresenta no sítio [www.dados.gov.br](http://www.dados.gov.br) informações sobre convênios, compras governamentais e outros. Os dados são disponibilizados através de APIs (*Application Programming Interfaces*).

Para exemplificar a possibilidade de inferência estatística nestes dados públicos, o capítulo apresenta um estudo de caso mostrando os resultados obtidos mediante regressão linear e sua correspondência à hipótese formulada.

No estudo de caso, pretende-se verificar se existe uma correlação entre o número de contratos celebrados por uma mesma unidade administrativa com uma mesma empresa e o número total de contratos desta unidade administrativa, e se esta correlação varia de acordo com a modalidade de licitação.

A hipótese é que como as licitações públicas buscam celebrar o contrato mais vantajoso para a União e, para tal, devem respeitar, dentre outros, os princípios da moralidade e isonomia, então o número total de contratos celebrados entre uma unidade administrativa e uma mesma empresa deveria supostamente ser proporcional ao número total de contratos celebrados por uma unidade administrativa, preservando uma mesma correlação, independentemente da modalidade de licitação escolhida.

A apresentação do capítulo é realizada, inicialmente, mostrando a fonte de dados disponibilizada pelo Governo Federal e utilizada para o estudo de caso. Em seguida são mostradas algumas técnicas, na linguagem R, utilizadas para a obtenção de dados na internet. Posteriormente é apresentada uma descrição resumida das principais modalidades de licitação. Após a abordagem dos principais assuntos envolvidos no problema analisado, inicia-se a explicação dos procedimentos de extração, análise dos dados e resultados obtidos no estudo de caso. Por fim são apresentadas as conclusões e possibilidades de futuras pesquisas.

## **2.1. Estudo de Caso**

### *2.1.1. Fonte de Dados*

Para a realização do estudo de caso, foram utilizados dados extraídos do portal de dados abertos brasileiro, cujas características são descritas em seguida.

O Brasil tornou-se membro do *Open Government Partnership - OGP*, um iniciativa multinacional para adoção mundial do *Open Government Data - OGD* em setembro de 2011 (Breitman *et al.*, 2012). O portal de dados abertos brasileiro foi lançado em 2012 e disponibilizado no sítio da internet [www.dados.gov.br](http://www.dados.gov.br). O desenvolvimento do projeto é parte da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos - INDA e tem por objetivo a centralização de acesso ao maior conjunto possíveis de dados públicos governamentais. Em abril de 2015, estavam disponíveis para a consulta 859 conjuntos de dados. Nestes conjuntos, estão disponíveis vários tipos de dados, como da saúde suplementar, do sistema de transporte, de segurança pública, indicadores de educação, gastos governamentais, processo eleitoral e outros.

Como fonte para este estudo de caso, foi utilizado o conjunto de dados de compras públicas do Governo Federal. Tais dados abertos são do Sistema Integrado de Administração e Serviços

Gerais – SIASG, onde se operacionalizam as compras do Governo Federal. Os dados estão disponíveis através de uma API de Dados Abertos em versão beta. Por meio desta API é possível acessar dados dos fornecedores, do catálogo de materiais, do catálogo de serviços, das licitações e dos contratos.

O acesso aos dados é feito através de URLs com recursos *Web* nos formatos XML, JSON, CSV e HTML. É possível realizar em cada consulta uma série de parâmetros de filtro que devem compor a URL. Para acessar os dados da API é necessário informar o formato de resposta (HTML, XML, JSON ou CSV) e qual informação é desejada. No processo de extração dos dados escolheu-se o formato JSON como formato de resposta.

Para o objetivo do estudo de caso, as informações necessárias seriam os contratos celebrados em cada unidade administrativa (UASG) e as respectivas empresas contratadas. Tais informações podem ser obtidas utilizando-se o método de consulta Contratos disponível no módulo Contratos da API.

A API possibilita a utilização de vários parâmetros na consulta. Como cada consulta fornece informações de apenas 500 contratos, faz-se necessária a utilização do parâmetro *offset*. O parâmetro *offset* corresponde à quantidade de registros ignorados a partir do início da lista de resultados ordenados pelo ID.

Suspeitando-se que a modalidade da licitação pudesse influenciar no número de contratos realizados com uma mesma empresa, procurou-se filtrar os dados por modalidade de licitação. Para tal faz-se necessária a utilização do parâmetro modalidade. O parâmetro modalidade corresponde ao código da modalidade de licitação.

Desta forma, a API filtra os contratos por modalidade de licitação mediante a utilização das seguinte URLs:

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=01>, para contratos na modalidade Convite.

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=02>, para contratos na modalidade Tomada de Preços.

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=03>, para contratos na modalidade Concorrência.

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=05>, para contratos na modalidade Pregão.

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=06>, para contratos na modalidade Dispensa de Licitação.

<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json?modalidade=07>, para contratos na modalidade Inexigibilidade de Licitação.

### 2.1.2. R-Project

Antes da descrição dos procedimentos para obtenção dos dados utilizados no estudo de caso, nesta seção são apresentadas algumas maneiras de extração de dados da *Web*.

A extração de dados da *Web* pode ser realizada em vários níveis, desde a análise de baixo nível dos formatos HTML / XML / JSON até a chamada final de funções simples implementadas por vários pacotes de conveniência, que podem por exemplo fazer uso internamente de especificações de API (Mair e Chamberlain, 2014).

A linguagem R fornece uma gama de funcionalidades e recursos que possibilitam a extração e análise de dados da *Web* de uma maneira rápida e simples. Sua utilização cresceu bastante no mundo nos últimos anos. Por este motivo foi escolhida para a realização do estudo de caso.

R é uma linguagem de programação livre e um ambiente de *software* que fornece uma grande variedade de técnicas estatísticas e gráficas.

A CRAN (*Comprehensive R Archive Network*) é uma rede de FTP e servidores *Web* ao redor do mundo que armazena versões do código e documentação do R idênticos e atualizados.

Dentro da comunidade R muitos projetos contribuíram para fornecer infraestrutura que permitissem a interação do R com a *Web*. Recentemente, uma grande quantidade de pacotes de correspondência com tecnologias *Web* tem sido desenvolvida e é agora coletada, organizada e estruturada em uma vista de tarefas de tecnologias *Web* CRAN disponível no <http://cran.r-project.org/web/views/WebTechnologies.html> (Mair e Chamberlain, 2014).

Os pacotes do R que permitem a extração de dados da *Web* em baixo nível são XML, RCurl e rjson/RJSONIO/jsonlite. O pacote XML contém funções para análise XML e HTML e suporta XPath para pesquisa em XML. Uma importante função em XML para extrair dados de uma ou mais tabelas HTML é readHTMLTable(). O pacote RCurl faz uso da biblioteca libcurl para transferência de dados usando vários protocolos, permite compor solicitações HTTP e fornece convenientes funções para busca de URLs, métodos get/post e outros, além de processar os resultados retornados pelo servidor *Web*. JSON (JavaScript Object Notation) é um formato de intercâmbio de dados que vem se tornando um dos mais comuns da *Web*. Os pacotes rjson,

RJSONIO, e jsonlite convertem objetos R em objetos JSON e vice-versa (Mair e Chamberlain, 2014).

### *2.1.3. Modalidades de Licitações*

No estudo de caso realizado, procurou-se distinguir os contratos celebrados por diferentes modalidades de licitação. De uma maneira sucinta são relacionadas as principais modalidades nesta seção.

A lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, instituiu as normas para licitação e contratos da administração pública. De acordo com a referida lei, existem várias modalidades de licitação, dentre as quais, carta-convite, tomada de preços e concorrência. A lei nº 10.520 de 17 de julho de 2002 instituiu a modalidade de licitação denominada pregão para a aquisição de bens e serviços comuns, sendo posteriormente regulamentada na forma eletrônica através do Decreto nº 450, de 31 de maio de 2005.

A dispensa de licitação foi autorizada em casos especiais de compra, sem desrespeitar os princípios da moralidade e isonomia, devendo-se limitar à aquisição de bens e serviços indispensáveis ao atendimento da situação de emergência ou dos casos descritos no artigo 24 da lei 8.666/93, dentre eles contratação de pequeno valor.

A inexigibilidade de licitação ocorre devido à inviabilidade de competição em situações descritas no artigo 25 da lei 8.666/93, como existência de fornecedor exclusivo, de empresa ou pessoa física com notória especialização, profissional artista, dentre outros.

Como exemplos de diferenças entre as citadas modalidades, pode-se citar o prazo entre o aviso de publicação do edital e o recebimento das propostas e os valores máximos do contrato permitido para cada modalidade.

Quanto à antecedência de publicação do edital para licitações que não envolvam técnica ou empreitada integral, os prazos mínimos são:

- a) convite – 5 dias úteis;
- b) tomada de preços – 15 dias;
- c) concorrência – 30 dias;
- d) pregão – 8 dias úteis.

Quanto ao valor do contrato, há distinção entre os objetos. Para obras e serviços de engenharia, o valor máximo de cada modalidade é maior que para compras e serviços. Os valores máximos para obras e serviços de engenharia e para compras e serviços, respectivamente, são mostrados a seguir:

- a) convite - até R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) e R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais);
- b) tomada de preços - até R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais ou R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais);
- c) concorrência - acima de R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais) ou de R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais);
- d) pregão – sem limite de valor.

Deve-se ressaltar que a lei 12.462, de 5 de agosto de 2011, instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC. Este regime foi inicialmente previsto para aplicação nas licitações e contratos necessários para os grandes eventos como Copa do Mundo, Copa das Confederações e Olimpíadas. Atualmente, muitas outras leis ampliaram o escopo do objeto do RDC. Neste modelo, a seleção do fornecedor se processa pela escolha da menor proposta realizada por meio de lances públicos e diferencia-se das modalidades de licitação, citadas anteriormente, dentre outros fatores, pelo fato de que os concorrentes não conhecem o orçamento, nem possuem o projeto executivo da obra, mas sim, no caso da contratação integrada, um projeto básico que caracteriza a obra com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares.

No estudo de caso realizado foram utilizados somente os contratos relacionados às modalidades de licitação: carta-convite, tomada de preços, concorrência, pregão, dispensa de licitação e inexigibilidade de licitação.

#### *2.1.4. Extração de Dados*

Nesta seção é apresentada a metodologia utilizada para a extração de dados do estudo de caso.

Para a extração de dados foram utilizados os pacotes RCurl e RJSONIO.

Utilizou-se para consulta a seguinte URL descrita anteriormente:

"<http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos.json>"



Para fornecimento dos parâmetro de consulta e obtenção do objeto JSON, utilizou-se a seguinte função:

`getForm(url, .params = list (modalidade = mod, offset = as.integer(off)))`, onde `mod` e `off` representam os valores dos parâmetros de consulta.

Para transformação do objeto JSON em objeto R, utilizou-se a função `fromJSON()`.

Para a obtenção dos dados em objeto R, foi necessária também a implementação de procedimentos para padronizar suas estruturas de dados e automatizar a consulta em todas as páginas correspondentes à modalidade de licitação desejada. Tais procedimentos não estão descritos neste capítulo.

Ao final do processo de extração dos dados, foram obtidos 6 *dataframes*, correspondentes aos contratos constantes do portal de dados abertos brasileiro, divididos por modalidade de licitação, conforme Tabela 2.1.

Tabela 2.1– Dados Extraídos

Dataframe	Modalidade de Licitação	Número Contratos
1	carta-convite	34.009
2	tomada de preços	39.394
3	concorrência	24.035
4	pregão	219.647
5	dispensa de licitação	89.478
6	inexigibilidade	45.378
<b>TOTAL</b>		<b>451.941</b>

Cada *Dataframe* era constituído por 17 campos contendo as seguintes informações (Tabela 2.2):

Tabela 2.2– Campos dos *Dataframes*.

Nº	Campo	Descrição
1	identificador	Identificador do Contrato
2	uasg	Campo de seis dígitos que indica o código da UASG contratante.
3	modalidade_licitacao	Número e o ano da licitação que originou a contratação.
4	numero_licitacao	Número do aviso da licitação que originou a contratação.
5	tipo_contrato	Tipo de Contrato.
6	licitacao_associada	Referência à licitação que originou a contratação.
7	origem_licitacao	Origem da licitação que gerou o contrato: Preço praticado(SISPP) ou Registro de preço(SISRP).
8	numero	Campo seguido pelo número do contrato, seguido do respectivo ano.
9	objeto	Descrição do objeto, a partir de uma descrição de item/serviço informada.
10	numero_aditivo	Quantidade de termos aditivos de um contrato.
11	numero_processo	Número do processo de contratação.
12	cnpj_contratada ou cpf_contratada	CNPJ da empresa contratada ou CPF da contratada, varia de acordo com a modalidade de licitação
13	data_assinatura	Data de assinatura do contrato.
14	fundamento_legal	Fundamento legal do processo de contratação.
15	data_inicio_vigencia	Data de início de vigência dos contratos.
16	data_termino_vigencia	Data de término de vigência dos contratos.
17	valor_inicial	Valor inicial do contrato.

### 2.1.5. Análise dos Dados

Após a extração dos dados passou-se ao tratamento e análise dos mesmos.

Inicialmente identificaram-se os campos necessários para a busca dos padrões de acordo com a descrição da hipótese, ou seja, o CNPJ ou CPF do fornecedor contratado e a unidade administrativa contratante (UASG).

Em seguida, para cada *dataframe*, elaborou-se um novo *dataframe* compreendendo apenas os campos UASG, CNPJ ou CPF contratado (conforme modalidade de licitação e o número de contratos celebrados ente os dois. Para tal utilizou-se a seguinte função R:

```
ddply(dataframe, c("uasg", "cnpj_contratada"), summarise,  
      ContrPorEmpresa=length(modalidade_licitacao)  
    ),
```

onde *ContrPorEmpresa* passou a ser o campo do novo *dataframe* que informa a quantidade de contratos celebrados entre uma unidade administrativa e uma mesma empresa.

Finalmente elaborou-se um último *dataframe*, a partir do anterior, compreendendo o campo UASG e criando os campos *NumEmpresas* (número de empresas contratadas por UASG), *NumContratos* (número total de contratos celebrados por cada UASG) e *MaiorNumContMesmaEmpresa* (maior número de contratos que cada UASG celebrou com uma mesma empresa). Para tal foi utilizada a seguinte função R:

```
ddply(dataframe1, c("uasg"), summarise,  
      NumEmpresas = length(ContrPorEmpresa),  
      NumContratos=sum(ContrPorEmpresa),  
      MaiorNumContMesmaEmpresa=max(ContrPorEmpresa)  
    )
```

Cada *dataframe* final, relativo a cada modalidade de execução, obteve os seguintes dados (Tabela 2.3):

Tabela 2.3– Dados Finais Para Análise

Dataframe	Modalidade de Licitação	Número Uasgs	Número Contratos	Número Empresas	M. Num. Cont. Mesma Empr.
1	carta-convite	1.773	34.009	24.055	43
2	tomada de preços	1.781	39.394	25.343	50
3	concorrência	1.247	24.035	13.217	43
4	pregão	2.429	219.647	131.301	61
5	dispensa de licitação	2.590	89.478	49.729	599
6	inexigibilidade	2.160	45.378	24.626	207

Para a verificação da correlação entre o número de contratos de uma unidade administrativa (UASG) e o máximo de contratos celebrados com uma mesma empresa por essa unidade administrativa, foram estudadas as formas de regressão linear e não-linear.

Para a regressão linear, buscou-se encontrar os coeficientes que produzissem a melhor aproximação, utilizando-se o critério dos mínimos quadrados, conforme a seguinte função de regressão:

$$Y \approx \beta_0 + \beta_1 X$$

$$\text{MaiorNumContMesmaEmpresa} \approx \beta_0 + \beta_1 \text{NumContratos}$$

Verificando-se a regressão linear para os contratos da modalidade de licitação carta-convite, obteve-se os coeficientes mostrados na Figura 2.1:

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.496936	0.052235	28.66	<2e-16 ***
NumContratos	0.054072	0.001238	43.69	<2e-16 ***
--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Residual standard error: 1.959 on 1771 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.5187, Adjusted R-squared: 0.5184				
F-statistic: 1909 on 1 and 1771 DF, p-value: < 2.2e-16				

Figura 2.1– Coeficientes da regressão linear na Modalidade Carta-convite.

Percebe-se que o valor p, ou probabilidade de significância, é praticamente nulo. Além disso os coeficientes são bem maiores que o desvio padrão, levando à obtenção de valores t, relacionado ao teste *t-student*, grandes. Tais condições afastam a hipótese dos coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  serem nulos.

Além disso, obtém-se um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,51$ . Tal coeficiente indica a proporção de variabilidade presente nas variações da variável resposta Y que é explicada pela variável independente X no modelo de regressão.

Assim os coeficientes usados no modelo de regressão linear, para os contratos da modalidade carta-convite, foram:

$$\beta_0 = 1.497$$

$$\beta_1 = 0.054$$

Procurando-se agora verificar se um modelo não linear se ajustaria melhor, realizou-se a comparação da regressão linear com funções polinomiais até o grau 5,:

$$Y \approx \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \beta_4 X^4 + \beta_5 X^5$$

```

> anova(1mMnunemp.1, 1mMnunemp.2, 1mMnunemp.3, 1mMnunemp.4, 1mMnunemp.5)
Analysis of Variance Table

Model 1: MaiorNumContMesmaEmpresa ~ NumContratos
Model 2: MaiorNumContMesmaEmpresa ~ poly(NumContratos, 2)
Model 3: MaiorNumContMesmaEmpresa ~ poly(NumContratos, 3)
Model 4: MaiorNumContMesmaEmpresa ~ poly(NumContratos, 4)
Model 5: MaiorNumContMesmaEmpresa ~ poly(NumContratos, 5)
  Res.Df  RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
1     1771 6797.5
2     1770 5860.8   1    936.68 294.957 < 2.2e-16 ***
3     1769 5763.0   1     97.84  30.810 3.277e-08 ***
4     1768 5693.2   1     69.77  21.969 2.983e-06 ***
5     1767 5611.4   1     81.84  25.770 4.251e-07 ***
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Figura 2.2– Comparação entre polinômios de diferentes graus.

Pelas probabilidades de significância p e F, relacionado aos testes de significância para regressão linear múltipla, percebe-se que os modelos de 3º, 4º e 5º grau apresentam um ajuste melhor que a regressão linear simples. Para o modelo com polinômio de 5º grau, o coeficiente de determinação,  $R^2$ , é igual a 0,60, ou seja, superior ao da regressão linear simples (Figura 2.2). A Figura 2.3 apresenta os diferentes modelos no gráfico:

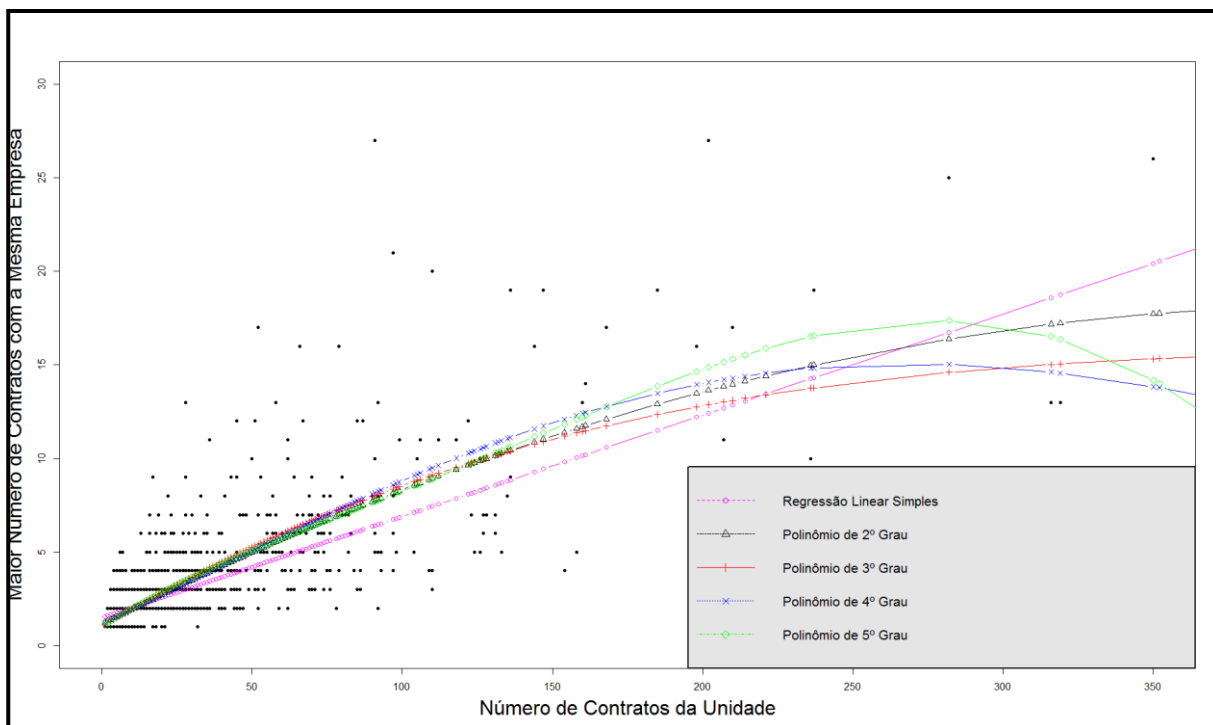


Figura 2.3– Modelos de ajuste.

No entanto, devido à proximidade com a regressão linear simples no intervalo de números de contrato contido entre 1 e 150 contratos (maior concentração de unidades administrativas), optou-se pela realização da comparação entre as diversas modalidades de licitação mediante a utilização da regressão linear simples.

A partir dos dados obtidos, foram elaborados os seguintes gráficos para cada modalidade de licitação (Figuras 2.4 a 2.9), onde a linha central representa a função de regressão e as linhas externas as margens superior e inferior de acordo com o nível de tolerância.

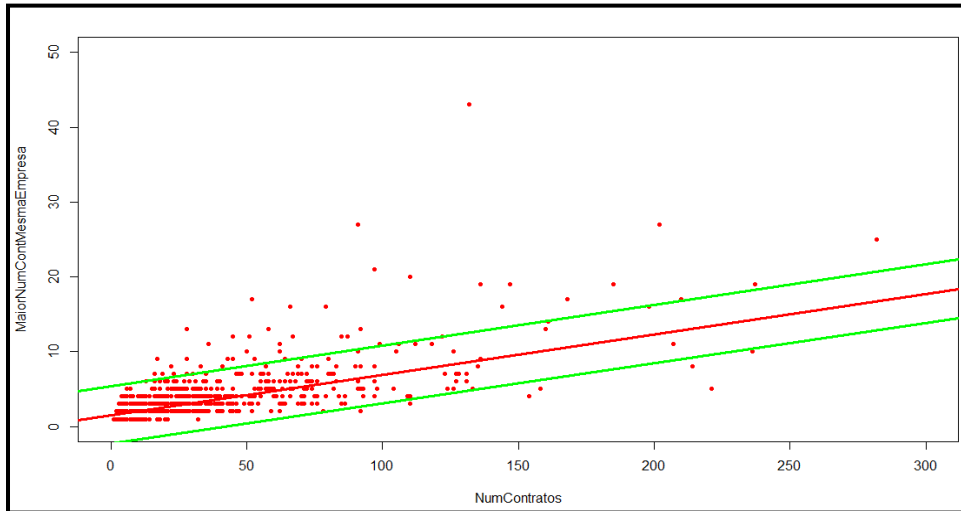


Figura 2.4– Modalidade Carta-convite.

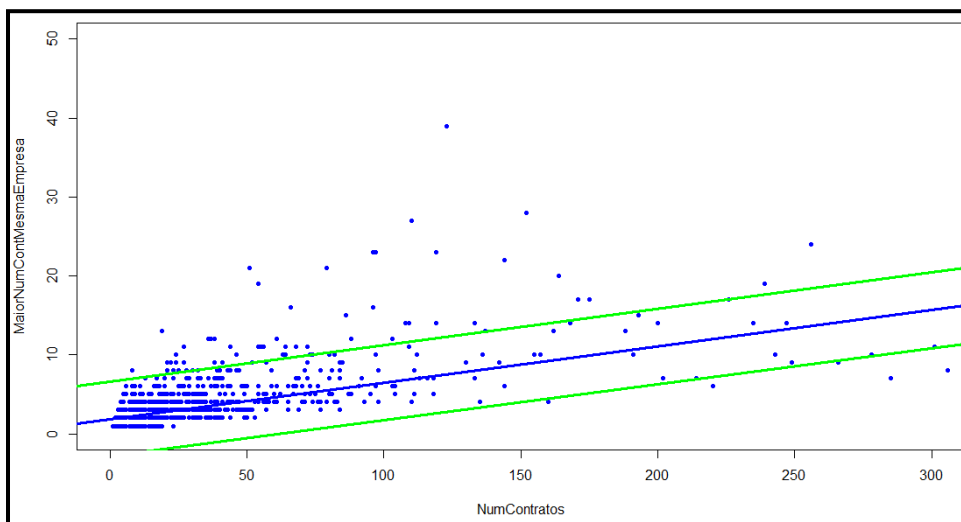


Figura 2.5– Modalidade tomada de preços.

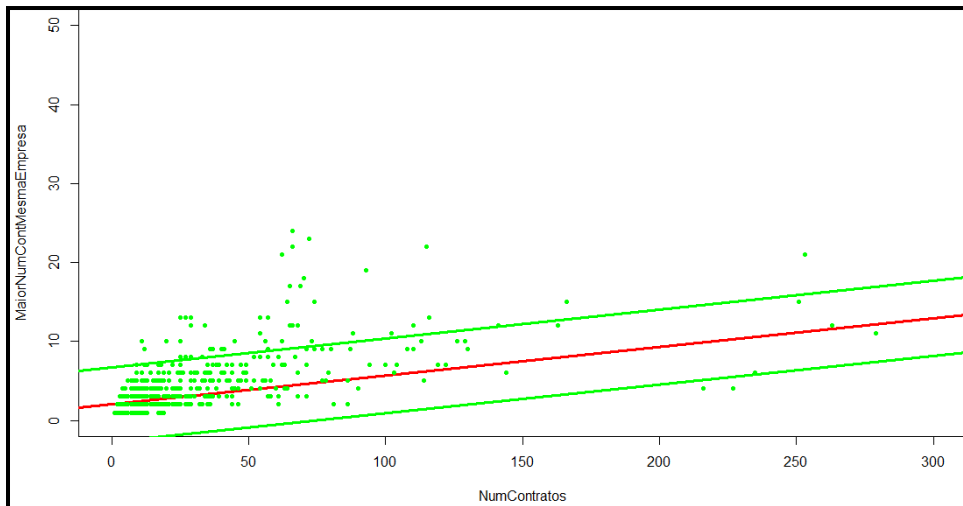


Figura 2.6– Modalidade concorrência.

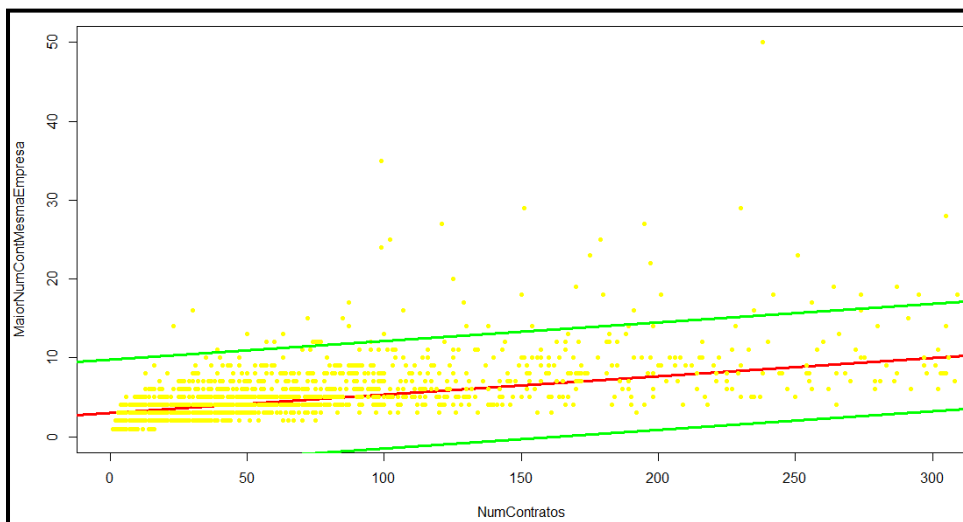


Figura 2.7– Modalidade pregão

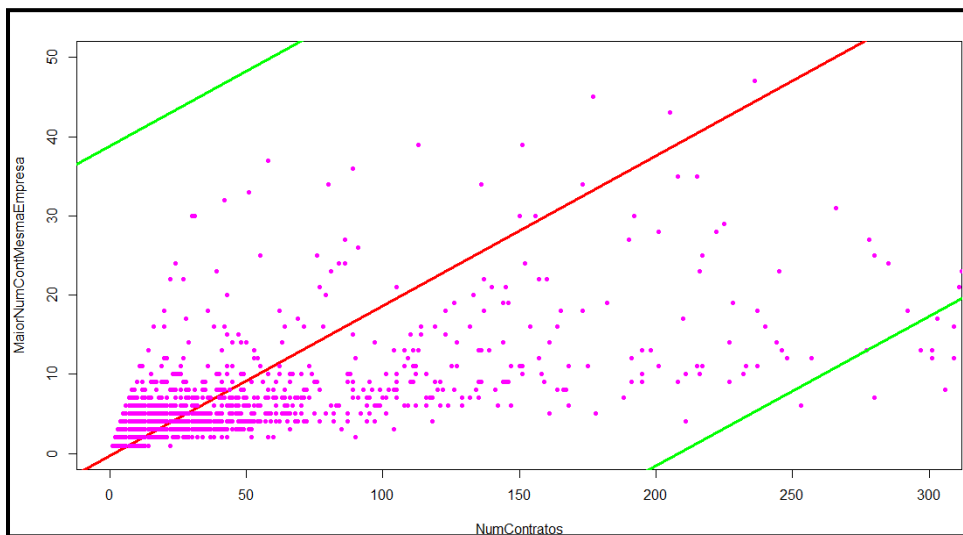


Figura 2.8– Modalidade dispensa de licitação.

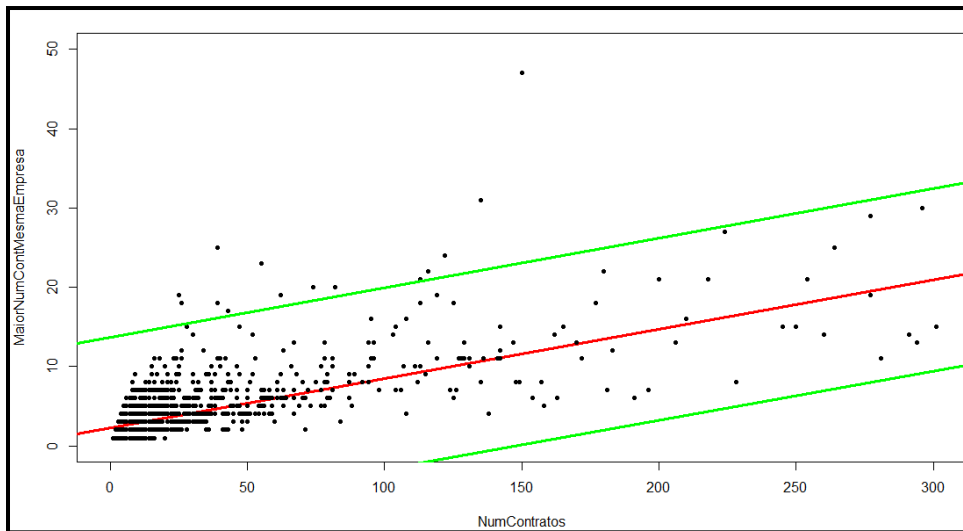


Figura 2.9– Modalidade inexigibilidade de licitação.

Pelos gráficos anteriores pode-se perceber, para todas as modalidades de licitação, a existência de uma correlação entre o maior número de contratos celebrados com uma mesma empresa e o número total de contratos da unidade administrativa. Ressalta-se que na modalidade dispensa de licitação existe uma dispersão maior.

Comparando-se agora todas as funções de regressão de acordo com as modalidades de licitação obtêm-se o seguinte gráfico (Figura 2.10):

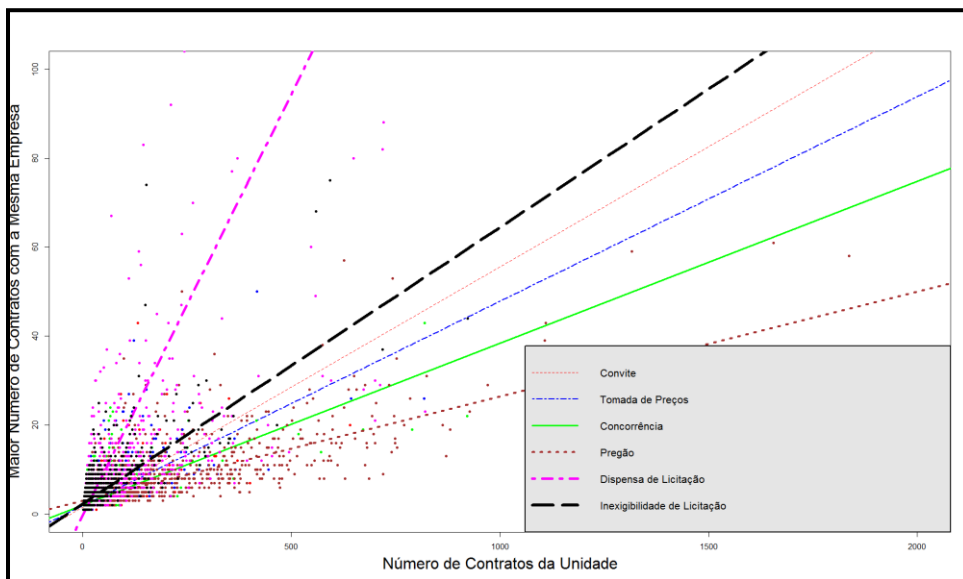


Figura 2.10– Comparação entre as modalidades de licitação.

### 2.1.6. Resultados Obtidos

A partir da análise da correlação entre os contratos celebrados com uma mesma empresa e o número de contratos celebrados por uma unidade administrativa foi possível estabelecer uma função de regressão linear.

Verificou-se que o número de contratos celebrados com uma mesma empresa possui uma correlação diferente com número total de contratos da unidade administrativa, variando de acordo com a modalidade de licitação escolhida.

Tal variação pode ser explicada pelas diferentes maneiras de seleção da empresa a ser contratada. Na dispensa de licitação e inexigibilidade de licitação não existe certame, sendo a empresa selecionada diretamente pela unidade administrativa e, portanto, mais fácil de haver uma possível preferência. A modalidade de licitação carta-convite prevê a disputa entre três empresas escolhidas livremente pela administração, o que também diminui a possibilidade de direcionamento, mas ainda possibilita uma certa preferência. Nas demais modalidades de licitação, a exigência de divulgação do edital aumenta, sendo, na modalidade pregão, a disputa realizada através da internet, o que dificulta o direcionamento pela unidade administrativa.

Por outro lado, as modalidades de licitação são realizadas de acordo com o valor, sendo, de uma maneira geral, a dispensa de licitação realizada para os contratos de menor valor e a concorrência para os contratos de maior valor. Outra explicação para os diferentes modelos de regressão poderia ser o aumento do interesse das empresas em licitações de maior valor e conseqüentemente maior distribuição dos contratos.

Observa-se, assim, que quanto maior a exigência de divulgação do edital de licitação e quanto maior o valor do contrato (modalidade de licitação) menor é a correlação entre o número máximo de contratos celebrados com uma mesma empresa e o número total de contratos celebrado com uma mesma unidade administrativa.

Neste estudo de caso específico não foram exauridas todas as formas de ajustes possíveis para caracterização do melhor modelo. Da mesma forma, muitas outras informações dos contratos poderiam ser utilizadas para formação deste modelo, como valor do contrato, data de assinatura e outros. No entanto pode-se destacar que é possível inferir um resultado a partir de reconhecimento de padrões estatísticos.

Tal inferência poderia contribuir para a identificação de possíveis irregularidades na contratação, pois a existência de valores muito superiores aos padrões obtidos poderia levantar a suspeita de ocorrência de favorecimento ou direcionamento de licitação. Um tratamento mais refinado nos dados obtidos poderiam, assim, apontar para os órgãos de controle quais unidades administrativas e empresas mereceriam uma análise pormenorizada dos contratos, por exemplo.



## 2.2. Conclusões

A partir da extração de dados da *Web* relativos a licitações e contratos públicos é possível obter inferências por reconhecimento de padrões estatísticos.

Como importante fonte de dados relacionados a contratos e licitações para obtenção de padrões estatísticos, pode-se utilizar o portal de dados abertos brasileiro, [www.dados.gov.br](http://www.dados.gov.br). Além de licitações e contratos, tal portal fornece uma grande quantidade de informações relacionadas a vários tipos de dados como da saúde suplementar, do sistema de transporte, de segurança pública, indicadores de educação, gastos governamentais, processo eleitoral e outros.

Em um estudo de caso preliminar para obter inferências por reconhecimento de padrões estatísticos entre o número de contratos celebrados por uma unidade administrativa com uma mesma empresa e o número total de contratos celebrados por esta unidade administrativa, foi possível estabelecer uma correlação entre os mesmos. Com a elaboração de um modelo de regressão linear, o estudo de caso explicitado neste capítulo, utilizando a linguagem R para extração de dados relacionados a licitações e contratos do portal de dados abertos brasileiros, comprovou que quanto maior a exigência de divulgação de dados do edital e quanto maior o valor do contrato, menor é a correlação entre o número de contratos celebrados entre uma unidade administrativa e uma mesma empresa e o número total de contratos desta unidade.

O estudo de caso abordou apenas três variáveis de dezessete variáveis extraídas dos contratos. Variáveis como valor do contrato, data de assinatura, número de aditivos e outros não fizeram parte do modelo apresentado.

Muitas outras informações, correlações e padrões entre licitações e contratos, não abordados neste capítulo, podem ser objeto de estudos.

A partir do conhecimento destes padrões estatísticos, a observância de grandes desvios poderia apontar aos órgãos de controle a suspeita de possíveis irregularidades.

Acrescenta-se que o surgimento de nova modalidade de licitação, como o Regime Diferenciado de Contratação – RDC, que flexibiliza a obrigatoriedade de existência prévia de projeto executivo e orçamento detalhado para contratação de obras e serviços de engenharia, torna ainda mais necessário o conhecimento prévio de padrões estatísticos de contratos similares.

### **3. IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS COMUNS PARA DETECÇÃO DA FORMAÇÃO DE CARTÉIS E VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DA UTILIZAÇÃO DOS DADOS ABERTOS PARA ESTA DETECÇÃO**

A participação de cartéis em licitações de obras é uma das grandes causas de desvios de recurso público. De acordo com a Cartilha do Departamento de Proteção e Defesa Econômica da extinta Secretaria de Direito Econômico (SDE,2008) do Ministério da Justiça, um cartel é definido pela seguinte forma:

Cartel é um acordo explícito ou implícito entre concorrentes para, principalmente, fixação de preços ou quotas de produção, divisão de clientes e de mercados de atuação. Cartéis são considerados a mais grave lesão à concorrência porque prejudicam seriamente os consumidores ao aumentar preços e restringir a oferta, tornando os bens e serviços mais caros ou indisponíveis.

Ao artificialmente limitar a concorrência, os membros de um cartel também prejudicam a inovação, impedindo que novos produtos e processos produtivos surjam no mercado. Cartéis resultam em perda de bem-estar do consumidor e, no longo prazo, perda de competitividade da economia como um todo.

Segundo estimativas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os cartéis geram um sobrepreço estimado entre 10 e 20% comparado ao preço em um mercado competitivo, causando prejuízos de centenas de bilhões de reais aos consumidores anualmente.

De acordo com a OECD (2010) o conluio envolve um relacionamento horizontal entre os participantes de uma licitação que conspiram para retirar a competição do processo. Nesta ação, o valor pago pela administração pública é artificialmente aumentado.

O conluio nas licitações pode ocorrer de diversas formas. A OECD (2009) relacionou os seguintes esquemas de conluio em licitações:

- Cobertura de propostas: neste esquema as empresas concordam em apresentar propostas que sejam mais altas que a proposta designada para vencer, ou que seja alta o suficiente para ser automaticamente rejeitada, ou que contenha termos especiais que obriguem a sua desqualificação. Desta maneira é simulada a competição do certame.
- Supressão de propostas: neste esquema as empresas concordam em abster-se da licitação ou retirarem propostas previamente encaminhadas, permitindo que a proposta designada para vencer seja aceita.

- Rodízio de propostas: neste esquema, as empresas participantes concordam em alternar os vencedores das licitações. O modo de execução do rodízio pode variar pela divisão dos valores dos contratos equitativamente pelos participantes ou proporcionalmente de acordo com o tamanho de cada empresa.
- Alocação do mercado: neste esquema os participantes concordam em segmentar o mercado, não competindo por determinados clientes ou em certas regiões geográficas previamente designados para participantes do conluio.

Lima (2010) e Pereira (2002) demonstraram, por meio de compilação e análise estatística dos resultados de licitações, que os preços contratados em ambiente competitivo, onde a presença de oito ou mais participantes inibe a celebração de acordos, são da ordem de 35% inferiores àqueles apresentados nos editais.

Por sua vez, a complexa tarefa de identificação dos cartéis, associada à escassez de servidores nos órgãos de controle governamentais para uma efetiva coibição desta prática ilícita, torna essencial a inclusão do cidadão comum na fiscalização das licitações e formação dos cartéis. Para este controle social, é necessário que as informações dos contratos e licitações sejam divulgadas de maneira precisa e completa e que existam ferramentas práticas e eficazes ao alcance de todos.

Este capítulo procura inicialmente identificar as características comuns, estruturais e comportamentais, das empresas participantes de um cartel. Em seguida, apresenta as técnicas, encontradas na pesquisa bibliográfica, utilizadas para a detecção de cartéis. Nesta apresentação são avaliados os parâmetros e dados utilizados, além das conclusões obtidas. Por fim é realizada uma análise nos principais portais de transparência dos órgãos governamentais, onde é verificada a qualidade dos dados disponibilizados e a possibilidade de sua utilização para a detecção de cartéis em licitações de obras públicas.

### **3.1. Características dos cartéis**

Segundo Porter e Zona (1992), algumas características comuns encontradas para a formação do cartel foram:

- habilidade do grupo de competidores em coordenar as ações;
- existência de poucas empresas para execução de grandes obras;

- características do processo licitatório que favoreciam aos acordos realizados pelos membros do cartel;
- a geografia do mercado era isolada;
- aparente existência de restrições de participação nas licitações.

Tóth *et al.* (2014), através do Centro de Pesquisas de Corrupção de Budapeste, considera como determinantes para a prática do conluio nas licitações os seguintes fatores:

- habilidade de coordenação;
- sustentabilidade interna (credibilidade do sistema de punições, efetiva detecção de fraude);
- sustentabilidade externa (habilidade de excluir novos concorrentes)

Por sua vez, a OECD (2009) relacionou as seguintes características necessárias para a formação de conluio:

- Pequeno número de empresas: quanto menor é o número de participantes, mais fácil é a realização de conluio entre as empresas.
- Pouco ou nenhum ingresso: quando o mercado é de difícil acesso, por ser caro, por exemplo, as empresas que já estão no mercado são protegidas da pressão competitiva de potenciais novos ingressantes no mercado.
- Condições do mercado: mudanças significativas nas condições de demanda ou suprimento tendem a afetar os acordos entre as empresas do conluio. Um fluxo constante e previsível de demanda do setor público tende a aumentar o risco de conluio. Em períodos de incerteza e turbulência econômica, o risco de conluio aumenta devido a tentativa das empresas de substituir as perdas com ganhos desonestos.
- Associação de indústrias: este tipo de associação, ou consórcio, pode ser usado para promover a inovação, definição de padrões ou a competição. No entanto, quando utilizadas para fins ilegais, contra a competição, estas associações têm sido usadas por empresas para reunião e implementação de práticas de cartel.

- Licitações repetitivas: a maior frequência de licitações favorece as empresas a participarem de conluio para distribuírem os contratos entre elas, além de possibilitar uma retaliação das empresas do cartel àqueles que descumprirem o acordo.
- Produtos ou serviços simples ou idênticos: quando os produtos são similares, torna-se fácil para as empresas definirem um acordo sobre uma estrutura de preços comum.
- Poucos ou ausência de substitutos: quando há poucas alternativas para o produto a ser adquirido, as empresas sentem-se seguras em aumentar o preço das propostas mediante conluio.
- Pouca ou nenhuma mudança de tecnologia: quando não há mudanças no produto a ser adquirido fica mais fácil para as empresas participantes do cartel manterem o acordo por mais tempo.

De acordo com Grout e Sonderegger (2005) a probabilidade de conluio entre empresas é favorecida pela alta restrição à participação, pequeno número de participantes e simetria entre eles nos valores e especificações.

De acordo com Levenstein e Suslow (2006), a vida útil do cartel é de aproximadamente 5 anos.

Harrington (2008) distingue duas abordagens para identificação de cartéis. A primeira é uma abordagem estrutural que procura identificar mercados com características propícias para formação de cartéis, como pouca concorrência e produtos homogêneos. A segunda é uma abordagem comportamental que tenta identificar padrões de comportamento suspeitos, como evidência de comunicação entre os participantes, reuniões ou mensagens ilícitas ou padrões em preços e quantidades que indiretamente revelam o conluio.

### **3.2. Padrões da atuação de cartéis**

A OCDE (2009) elaborou um check-list para identificação de padrões e práticas que sugerem a existência de cartéis em licitações. Tais padrões foram divididos de acordo o objeto analisado ou o momento da identificação do padrão. Assim foram relacionados os padrões na apresentação das propostas pelas empresas, nos documentos fornecidos, nos preços apresentados, nas declarações suspeitas e nos comportamentos suspeitos. Como o objetivo do capítulo é verificar a possibilidade de identificação de cartéis a partir dos dados abertos

divulgados, serão transcritos, a seguir, os padrões identificados pela OECD para posterior comparação com as informações a serem obtidas nos portais da transparência.

### *3.2.1. Padrões da atuação de cartéis relacionados a forma de participação das empresas nas licitações*

- o mesmo fornecedor costuma ter a proposta mais baixa;
- distribuição geográfica de vencedores de licitações. Algumas empresas apresentam propostas vencedoras somente em determinadas regiões geográficas;
- fornecedores regulares não participam em uma licitação em que normalmente venceriam, mas continuam a participar de outras licitações;
- alguns fornecedores inesperadamente desistem da licitação;
- algumas empresas sempre participam das licitações mas nunca vencem o certame;
- as empresas alternam-se como vencedoras de licitações;
- duas ou mais empresas apresentam propostas em consórcio mesmo que pelo menos uma delas tenha condições de apresentar a proposta isoladamente;
- a empresa vencedora repetidamente terceiriza serviços com as empresas perdedoras da licitação;
- os concorrentes normalmente se reúnem pouco tempo antes do dia marcado para apresentação das propostas.

Tóth *et al.* (2014), através do Centro de Pesquisas de Corrupção de Budapeste, apontaram 11 indicadores para o risco de formação de cartéis em licitações, são eles:

- valor relativo do contrato: relação entre a proposta vencedora e o preço estimado do objeto. De acordo com Morozov e Podkolzina (2013) para valores relativos do contrato abaixo de 90%, o porte da empresa tem muita influência nos preços ofertados, diferentemente dos valores relativos de contrato acima de 90%;

- faixa de preços ofertados: diferença entre a relação da proposta vencedora e o preço estimado e a relação entre a proposta mais alta e o preço estimado. A participação de cartéis tende a diminuir a variância de preços de acordo com Abrantes-Metz *et al.* (2006);
- diferença relativa entre a primeira e a segunda propostas mais baixas: diferença das relações entre a primeira e segunda propostas mais baixas e o preço estimado do objeto. Diferenças muito pequenas ou muito grandes entre as duas ofertas mais baixas são indicativos de conluio de acordo com Abrantes-Metz *et al.* (2006), Padhi e Mohapatra (2011) e Oxera (2013);
- estrutura de mercado monopolístico: desvio padrão entre intervalos de tempo de três medições sobre a estrutura do mercado, descritos a seguir:
  - parcela de mercado da maior empresa;
  - parcela de mercado das quatro maiores empresas;
  - índice Hirschman-Herfindahl (IHH);
- estrutura de mercado estável: mesma análise realizada para a estrutura de mercado monopolístico. Mena-Labarthe (2012) mostrou que no período de conluio as parcelas de mercado das empresas participantes do cartel permaneceram as mesmas;
- ciclo de alternância de vencedores: esta alternância indica que as propostas mais baixas não estão relacionadas ao histórico de licitações anteriores. De acordo com Padhi e Mohapatra (2011), uma correlação entre as propostas vitoriosas de empresas podem indicar a formação de cartel;
- ausência de concorrentes: a ausência de licitantes indica a redução da competição por retenção de propostas. A prevalência de propostas únicas em licitações é um indicador forte de conluio;
- competidores perdedores supérfluos: estes licitantes participam da licitação apenas para perder, na presença de uma empresa dominante, e supostamente auferem benefícios do cartel;

- prevalência de propostas fraudulentas: a prevalência de proposta com erros, onde todas as empresas são excluídas com exceção da vitoriosa;
- prevalência de consórcio: mostra que as propostas vencedoras foram formadas conjuntamente pelas empresas participantes de um grupo;
- prevalência de subcontratação: mostra que as empresas terceirizadas estão envolvidas na execução do contrato.

### *3.2.2. Padrões da atuação de cartéis nos documentos apresentados nas licitações de acordo com OECD (2009)*

- erros idênticos de ortografia na proposta e nos ofícios encaminhados por diferentes empresas;
- propostas de diferentes empresas contém mesma fonte, caligrafia ou artigos de papelaria;
- documentos da empresa fazem referência a propostas de outros participantes da licitação ou usam cabeçalho ou número de fax da outra empresa;
- propostas de diferentes empresas contém os mesmos erros de cálculo;
- propostas de diferentes empresas contém um número significativo de estimativas de custo idênticos de certos itens;
- os envelopes de diferentes empresas têm os mesmos carimbos ou marcas;
- propostas de diferentes empresas indica numerosos ajustes de última hora, como a existência de rasuras ou outras alterações físicas;
- propostas de diferentes empresas contém menos detalhes do que seria esperado, ou outras características que indicam não serem autênticos;
- os concorrentes apresentam propostas idênticas ou com preços aumentando em uma mesma taxa.

### *3.2.3. Padrões relacionados aos preços ofertados de acordo com OECD (2009)*

- aumentos súbitos e idênticos de preços pelos participantes da licitação que não podem ser explicados pelo aumento dos custos;
- descontos antecipados ou abatimentos desaparecem inesperadamente;



- preços idênticos podem ser indicativo de conluio, principalmente quando uma das seguintes opções for verdadeira:
  - ◆ preços dos fornecedores são o mesmo por um longo período de tempo;
  - ◆ preços dos fornecedores já foram diferentes um do outro;
  - ◆ fornecedores aumentaram o preço sem justificativa pelo aumento do custo;
  - ◆ fornecedores eliminaram o desconto especialmente em um mercado onde descontos eram historicamente concedidos;
- uma grande diferença entre o preço da proposta vencedora e das outras propostas;
- o preço de um determinado fornecedor é substancialmente mais alto para um contrato específico do que o proposto em outras licitações similares;
- existem reduções significativas em relação aos níveis de preço praticados após a participação de um novo fornecedor, que deve ter desmontado o esquema das empresas participantes do cartel;
- fornecedores locais apresentam propostas mais altas para o fornecimento local do que para fornecimento em regiões mais distantes;
- custos de transporte similares são especificados por empresas locais e não locais;
- apenas um licitante entra em contato com atacadistas para coletar preços antes de uma licitação;
- características inesperadas em pregões eletrônicos como ofertas incluindo números não usuais onde se esperaria um número arredondado de centenas e milhares poderia indicar a utilização do próprio pregão como veículo para praticar o conluio através da passagem de informações ou sinalização de preferências.

#### *3.2.4. Padrões de declarações suspeitas de acordo com OECD (2009)*

- referências escritas ou faladas sobre acordo entre os licitantes;
- declarações em que os licitantes justificam seus preços a partir de preços sugeridos pelas indústrias, pelos preços padrões de mercado ou pela agenda de preços das indústrias;
- declarações indicando que determinadas empresas não vendem em determinada área ou para determinados clientes;
- declarações indicando que a área do cliente pertence a outro fornecedor;
- declarações indicando o conhecimento prévio de informações não públicas dos outros competidores como preços e detalhes de propostas ou antecipação de sucesso ou fracasso de outras empresas em licitações cujos resultados ainda não foram divulgados;
- utilização da mesma terminologia por vários fornecedores para justificar o aumento dos preços.

#### *3.2.5. Padrões de comportamento suspeitos de acordo com OECD (2009)*

- fornecedores fazem reuniões privadas antes da abertura das propostas, algumas vezes na vizinhança do local da licitação;
- fornecedores se reúnem ou aparentam se reunir regularmente;
- uma empresa solicita informações sobre o edital para ele e para outro competidor;
- uma empresa entrega os documentos dela e de outro competidor para a licitação;
- uma proposta é apresentada por uma empresa que é incapaz de concluir o contrato;
- uma empresa traz múltiplas propostas para a licitação e escolhe qual apresentar após identificar as outras empresas participantes;
- várias empresas fazem indagações semelhantes ao órgão licitante ou apresentam as mesmas solicitações.

Após a análise dos principais indicadores e variáveis que apontam o risco da ocorrência de cartéis em licitações, serão analisados os estudos realizados em casos concretos e as metodologias utilizadas.

### **3.3. Revisão bibliográfica sobre técnicas utilizadas para identificação de cartéis**

Porter e Zona (1992) examinaram os contratos de construção de rodovias estaduais do início da década de 80 em Long Island, Nova Iorque, Estados Unidos, para determinar a diferença de comportamento entre as empresas que participavam e não participavam de cartéis.

Para a contratação de obras, o Departamento de Transportes do Estado de Nova Iorque (DOT) deveria realizar licitações públicas para seleção da proposta com valor mais baixo, respeitadas as garantias previstas em lei. Para isso, o DOT periodicamente distribuía para assinantes, um informativo sobre as futuras obras rodoviárias, compreendendo uma breve descrição dos serviços. As empresas que estivessem interessadas em participar da licitação poderiam comprar os projetos e especificações do DOT. A lista com os compradores dos projetos era também distribuída aos assinantes. No dia da licitação, as propostas lacradas eram abertas e divulgadas aos participantes presentes. A proposta mais baixa, devidamente qualificada, era comparada com a estimativa de custos elaborada pelo DOT e, caso aceita, assinava o contrato.

Porter e Zona (1992) estimaram uma equação que separava os participantes da licitação em três conjuntos: os suspeitos de formarem o cartel, as empresas remanescentes e todas as empresas. Dois modelos foram apresentados: o primeiro modelo através de uma regressão logística para identificação da proposta mais baixa e o segundo modelo por uma regressão logística ordenada pela classificação dos licitantes.

A metodologia foi aplicada por Porter e Zona (1992) no conjunto de dados dos contratos de pavimentação, celebrados pelo Departamento de Transportes do Estado de Nova Iorque relativos ao período de abril de 1979 a março de 1985, nos condados de Nassau e Suffolk. No estudo, identificaram que as propostas das empresas que não participavam do cartel, assim como sua ordem de classificação, estavam relacionadas à valoração dos seus custos, enquanto que as propostas mais altas e a distribuição da ordem de classificação das empresas que participavam do cartel não se correlacionavam com os custos nem com a distribuição das propostas mais baixas do cartel.

Bajari e Ye (2003) desenvolveram uma metodologia para identificar e testar a participação de cartéis em licitações públicas de menor preço. Eles agregaram ao trabalho de Porter e Zone

(1992) as diferenças observadas entre as empresas, como localização e capacidade, e mostraram que constituem peça chave na identificação de conluio.

Silva e Ralha (2010), realizaram um estudo para identificação de cartéis utilizando técnicas de mineração de dados, regras de associação e clusterização. Neste estudo os valores das propostas não foram utilizados, mas apenas as empresas participantes, as empresas vencedoras e o local de fornecimento do objeto da licitação. Para isso, foram utilizados dados do período de 2005 a 2008, extraídos do sistema “ComprasNet” do Governo Federal, que contém informações sobre as licitações realizadas na modalidade pregão eletrônico. No desenvolvimento do estudo foram realizados três experimentos.

O primeiro experimento utilizou um dataset, contendo informações de todas as licitações da base e todos os fornecedores, e outro dataset, contendo informações apenas dos fornecedores que participaram de pelo menos 2 licitações. No primeiro experimento o algoritmo de regras de associação utilizado foi o *Apriori*. Neste estudo não foi considerada a não participação dos fornecedores nas licitações.

No segundo experimento foram aplicadas técnicas de clusterização para mapear os grupos comuns de atuação dos fornecedores, definindo as regiões geográficas comuns de participação das empresas nas licitações. O algoritmo utilizado para clusterização não supervisionada foi o Expectation-Maximization (EM).

No terceiro experimento, utilizou-se as regras de associação em cada cluster, para identificação das empresas que atuam nas regiões estabelecidas no segundo experimento.

Como resultados, o estudo de Silva e Ralha (2010) mostrou que mesmo que uma empresa tenha atuação em todo o território nacional, a sua participação em cartéis que pratiquem o rodízio de licitações restringe-se a determinadas regiões. Além disso foram identificadas regras onde a média de participação das empresas juntas e as vitórias nas licitações apresentavam fortes indícios de participação em conluio.

Também Grilo Júnior (2010), a partir de dados extraídos pelo Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade - SAGRES da base de dados do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba -TCE-PB, procurou identificar indícios de fraudes por irregularidades e desvio de recursos públicos oriundos de processos licitatórios. Na análise foram utilizadas informações referentes aos participantes, propostas, fornecedores, contratos e aditivos. Os dados foram provenientes de licitações realizadas por 223 municípios paraibanos no período de 2005 a 2009.

Após a aplicação de regras de associação nos dados obtidos, mediante o algoritmo FP-Growth, Grilo Júnior (2010) identificou a repetição dos mesmos participantes em vários processos licitatórios, indicando prováveis conluíus entre as empresas.

Ballesteros-Perez *et al.* (2013) apresentaram uma metodologia, através de cálculos simples, para alertar sobre a possibilidade da existência de cartel em uma licitação, a partir da identificação do mesmo comportamento anormal em uma série de propostas. Uma das vantagens desta metodologia é não necessitar de informações sobre licitações anteriores.

A metodologia pretende detectar propostas anormalmente altas ou baixas, alertando sobre a possibilidade de existência de cartel. Para isto seria necessária uma análise prévia para determinar que provável posição cada competidor deveria ocupar, e, a partir de uma distribuição padrão, comparar a distância entre as propostas. A grande vantagem deste método é não necessitar a análise de outras licitações.

Nesta metodologia proposta por Ballesteros-Perez *et al.* (2013) foi utilizado como parâmetro o desconto ofertado pela empresa em relação ao valor estimado na licitação, sendo necessário para o cálculo o valor estimado do objeto e os valores das propostas.

Pela metodologia deve-se proceder a seguinte maneira:

1. Ordenar as propostas da mais baixa para a mais alta;
2. Calcular os respectivos descontos das propostas ( $D_i$ ) utilizando a Equação 1, onde  $B_i$  é o valor da proposta da empresa  $i$  e  $A$  o valor estimado do objeto:

$$D_i = 1 - \frac{B_i}{A} \quad (\text{EQ 1})$$

3. Calcular o desconto padrão ( $D'_i$ ) utilizando a Equação 2, onde  $N$  é o número de propostas:

$$D'_i = \frac{1}{2N} + \frac{N-1}{N} \cdot \frac{D_i - D_{min}}{D_{max} - D_{min}} \quad (\text{EQ 2})$$

4. Calcular as respectivas probabilidades ( $P_{nth}$ ) de acordo com a Equação 3:

$$P_{nth} = \frac{N-i+1}{N} \quad (\text{EQ 3})$$

5. Elaborar um gráfico com o conjunto de dados ( $D'_i$ ,  $P_{nth}$ ) como no exemplo mostrado na Figura 3.1.

6. Calcular a linha de regressão ótima com os valores  $(D'_i, P_{nth})$  no mesmo gráfico.

7. Representar no gráfico a linha padrão de acordo com a Equação 4:

$$Y_{\text{pattern}} = D'_i \quad (\text{EQ 4})$$

8. Representar no gráfico as linhas limites de acordo com as Equações 5 e 6:

$$Y_{\text{lower}} = D'_i - \frac{1}{2N} \quad (\text{EQ 5}) \quad Y_{\text{upper}} = D'_i + \frac{1}{2N} \quad (\text{EQ 6})$$

De acordo com Ballesteros-Perez *et al.* (2013), após a conclusão da metodologia descrita, um novo gráfico denominado Gráfico de Desconto Padrão (SDG) será gerado e o analista da licitação poderá iniciar o estudo da distribuição das propostas. Um exemplo deste gráfico é mostrado na Figura 3.1.

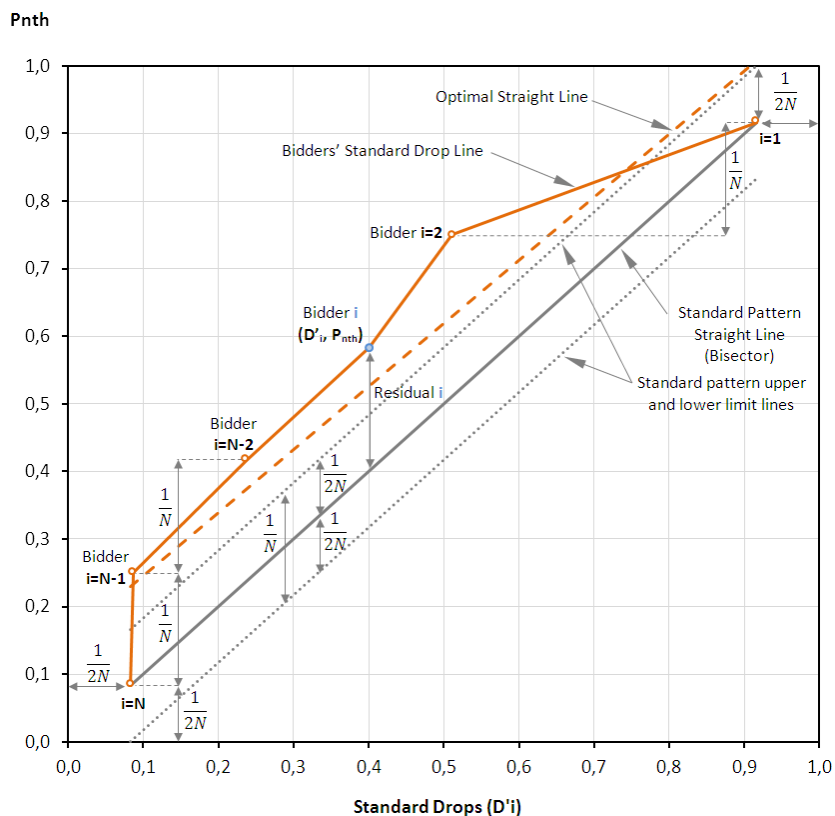


Figura 3.1: Explicação dos itens mostrados no Gráfico de Desconto Padrão (SDG) de acordo com Ballesteros-Perez *et al.* (2013).

Gabrielli (2013) desenvolveu uma metodologia para a detecção de conluios a partir de uma abordagem estrutural e aplicou esta metodologia em licitações para construção de rodovias na Califórnia, Estados Unidos. No estudo foram identificados dois conjuntos de potenciais

membros de cartéis. A metodologia considerou que os modelos realísticos de distribuição das propostas para licitações deveriam observar a assimetria dos licitantes, tal qual Bajari e Ye (2003).

Pereira (2014) realizou um estudo sobre as relações entre doações de campanha, denúncias de corrupção e variação de preço nas licitações de obras públicas. No estudo, Pereira (2014) utilizou dados de contratação de obras do DNIT e do sistema “ComprasNet”, além de dados sobre as empresas do sistema SICAF e de doações a campanhas eleitorais informadas pela justiça eleitoral. Percebeu-se que as empresas que realizaram doações a campanhas participaram de licitações em ambientes menos competitivos. Percebeu-se também que estas empresas realizam mais contratos com o poder público. Outra correlação encontrada foi o desconto ofertado e o período de realização das licitações, ano de 2011, quando houve denúncia de corrupção no Ministério dos Transportes e DNIT. Curiosamente, notou-se ausência de correlação entre o total de ativos da empresa vencedora e o desconto ofertado, o que não comprovou a tese de que uma empresa maior, com maior poder de barganha, poderia ofertar um desconto maior.

Kawai e Nakabayashi (2014) propuseram uma metodologia para identificação do comportamento do cartel nas licitações japonesas. O procedimento licitatório no Japão é baseado na escolha da proposta de menor preço. No procedimento são realizadas análises das propostas lacradas e verificação se o menor valor ofertado é inferior ao valor estimado. O valor estimado não é divulgado para os licitantes. Após análise das propostas, caso a menor oferta não seja inferior ao valor estimado, o valor da menor oferta, sem a identidade do licitante, é divulgado, e abre-se uma nova rodada para recebimento de novas propostas. De acordo com a pesquisa, aproximadamente 20% das licitações avançam para a segunda rodada e 3% avançam para a terceira rodada.

A metodologia sugerida por Kawai e Nakabayashi (2014) leva em consideração a distribuição da diferença entre os valores das propostas classificadas em primeiro e segundo lugares da primeira rodada e as compara com os resultados da segunda rodada. Conforme a teoria, em condições competitivas, para pequenas diferenças entre os valores dos primeiro e segundo colocados na primeira rodada, a probabilidade do primeiro colocado vencer novamente seria aproximadamente a mesma do segundo colocado. No entanto, quando arbitrou-se esta diferença para 1% do valor estimado, o segundo colocado venceu o primeiro colocado somente 2,6% das vezes. Por sua vez, quando se aplicou a mesma metodologia para o segundo e terceiro colocados da primeira rodada, o terceiro colocado superou o segundo em 50% das vezes.

Bergman *et al.* (2015) analisaram a utilização de técnicas econométricas espaciais em um conjunto de dados, no período de 1991 a 2009, de licitações realizadas pela *Swedish Road Administration*.

No ano de 2001 foi descoberto o chamado cartel do asfalto da Suécia, que levou à condenação as empresas participantes do conluio. Na investigação constatou-se que o cartel começou a operar com três grandes empresas em 1993, incluindo a quarta empresa a partir de 1995.

Nestes dados foi possível observar o comportamento das licitações até o ano de 2001, quando o cartel operava, e, por segurança dos pesquisadores, após 2003, quando supostamente não haveria conluio entre as empresas.

A pesquisa utilizou como parâmetros a área dos contratos, os valores das propostas por área de rodovia de cada empresa, o número de participantes e a densidade populacional da região onde foi realizada a contratação.

Pelo estudo foi possível verificar, durante o período de atuação do cartel, uma correlação positiva e significativa entre as empresas não vencedoras participantes do cartel, sugerindo que participavam apenas para manterem a aparência competitiva da licitação. Tal correlação não foi identificada no período posterior a descoberta do cartel.

Tóth *et al.* (2014) elaboraram um conjunto de ferramentas para detecção de cartéis em licitações públicas, com exemplos da Hungria. No seu trabalho foram identificados 7 tipos de conluio, relacionando-os com a estrutura do mercado, a técnica utilizada, seus respectivos indicadores e forma de distribuição dos contratos, de acordo com a Tabela 3.1.



Tabela 3.1– Tipos de conluio e seus indicadores de acordo com Tóth *et al.* (2014).

Tipo de Conluio	Estrutura do Mercado	Técnica	Distribuição dos contratos	Resultado do mercado	Estrutura do mercado	Técnica do conluio		Forma de divisão do contrato	Distribuição do preço das propostas	
				Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4	Indicador 5	Indicador 6	Indicador 7
A	Estrutura de Mercado Concentrada	Propostas suspensas	Sub-contratação	Valor relativo do contrato	Estrutura de Mercado Concentrada	Ausência de propostas		Prevalência de subcontratação		
B	Estrutura de Mercado Concentrada	Propostas perdedoras	Sub-contratação	Valor relativo do contrato	Estrutura de Mercado Concentrada	Propostas supérfluas	Prevalência de propostas irregulares	Prevalência de subcontratação	Faixa de Preços Ofertados	Diferença entre as duas propostas mais baixas
C	Estrutura de Mercado Concentrada	Propostas conjuntas	Consórcio	Valor relativo do contrato	Estrutura de Mercado Concentrada	Ausência de propostas		Prevalência de consórcio	Faixa de Preços Ofertados	Diferença entre as duas propostas mais baixas
D	Competitivo	Propostas suspensas	Sub-contratação	Valor relativo do contrato	Estrutura do mercado estável	Ausência de propostas		Prevalência de subcontratação		
E	Competitivo	Propostas perdedoras	Sub-contratação	Valor relativo do contrato	Estrutura do mercado estável	Propostas supérfluas	Prevalência de propostas irregulares	Prevalência de subcontratação	Faixa de Preços Ofertados	Diferença entre as duas propostas mais baixas
F	Competitivo	Propostas suspensas	Coordenação de propostas	Valor relativo do contrato	Estrutura do mercado estável	Ausência de propostas		Alternância de vencedores		
G	Competitivo	Propostas perdedoras	Coordenação de propostas	Valor relativo do contrato	Estrutura do mercado estável	Propostas supérfluas	Prevalência de propostas irregulares	Alternância de vencedores	Faixa de Preços Ofertados	Diferença entre as duas propostas mais baixas

Após relacionar as principais informações necessárias para a detecção dos cartéis, passou-se a analisar os dados abertos divulgados pelos órgãos públicos.

### 3.4. Análise dos dados disponibilizados nos portais da transparência brasileiros

Após a identificação dos dados necessários para o reconhecimento da participação dos prováveis cartéis em licitações, foram analisados os dados divulgados pelos órgãos públicos e pelos tribunais de contas responsáveis por sua fiscalização, para verificar sua adequação na utilização de alguma das metodologias estudadas, o que permitiria o controle social das licitações.

#### 3.4.1. Dados abertos e obrigatoriedade de divulgação

De acordo com o Portal Brasileiro de Dados Abertos do Governo Federal [www.dados.gov.br](http://www.dados.gov.br) e segundo a *Open Knowledge Foundation*:

“ os dados são abertos quando qualquer pessoa pode livremente usá-los, reutilizá-los e redistribuí-los, estando sujeito a, no máximo, a exigência de creditar sua autoria e compartilhar pela mesma licença.”

Eaves (2009), especialista em políticas públicas propôs as seguintes leis para os dados abertos:

1. se o dado não pode ser encontrado e indexado na *Web*, ele não existe;

2. se não estiver aberto e disponível em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado; e
3. se algum dispositivo legal não permitir sua replicação, ele não é útil.

O Tribunal de Contas da União elaborou uma publicação denominada “5 motivos para abertura de dados na Administração pública” (TCU, 2015) elencando o seguinte:

1. transparência na gestão pública;
2. contribuição da sociedade com serviços inovadores ao cidadão;
3. aprimoramento na qualidade dos dados governamentais;
4. viabilização de novos negócios;
5. obrigatoriedade por lei.

As leis que obrigam a divulgação dos dados abertos seriam (TCU, 2015):

- Lei complementar 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF), que, em seu capítulo IX, trata da transparência, do controle e da fiscalização da gestão fiscal;
- Lei complementar 131/2009 (Lei da Transparência), que alterou a LRF a fim de determinar a disponibilização, em tempo real, de informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
- Decreto s/n de 15 de setembro de 2011, que instituiu o plano de ação nacional por meio do qual o Brasil, como um dos países que celebraram a Parceria para Governo Aberto (OGP);
- Lei 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação), que dispõe sobre os procedimentos a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios com o fim de garantir o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal
- Instrução Normativa SLTI/MP – 4/2012, que instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (Inda);
- Decreto 8.243/2014, que instituiu a Política Nacional de Participação Social – PNPS, com o objetivo de fortalecer e articular os mecanismos e as instâncias democráticas de diálogo e a atuação conjunta entre a Administração Pública Federal e a sociedade civil.

O inciso IV do primeiro parágrafo do oitavo artigo da Lei nº 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação) determina que é dever dos órgãos e entidades públicas promover a divulgação de

informações concernentes a procedimentos licitatórios, inclusive os respectivos editais e resultados, bem como a todos os contratos celebrados.

### *3.4.2. Órgãos públicos e dados sobre licitações*

Diante da obrigatoriedade da divulgação, por parte dos órgãos públicos, das informações concernentes às licitações realizadas, verificou-se nos portais da transparência dos maiores municípios e estados brasileiros a qualidade dos dados informados. Acrescenta-se que alguns tribunais de contas de estados e municípios, além de seus próprios dados, divulgam dados relacionados aos seus jurisdicionados, sendo de grande utilidade para a obtenção simultânea de dados relacionados a diversos municípios.

Selecionou-se para análise dos dados, os órgãos públicos do poder executivo estaduais e municipais de maior produto interno bruto. Além dos maiores estados e municípios, que se encontravam predominantemente nas regiões sul e sudeste, foram analisados os dados sobre licitações disponibilizados pelos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco e suas capitais.

O Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE-SP), em relação aos jurisdicionados, disponibiliza como dados abertos as despesas e receitas anuais dos municípios. Não apresenta nenhuma informação sobre as licitações dos jurisdicionados. O Tribunal de Contas do Município de São Paulo (TCM-SP) não divulga dados sobre as licitações do município de São Paulo.

O Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de São Paulo, através do site [www.e-negocioscidadesp.prefeitura.sp.gov.br](http://www.e-negocioscidadesp.prefeitura.sp.gov.br) divulga informações sobre as licitações do município. As informações, no entanto, são apresentadas em formas de atas e editais.

O Governo do Estado de São Paulo disponibiliza no site [e-negociospublicos, \(www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/BuscaENegocios\\_14\\_1.aspx\)](http://www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/BuscaENegocios_14_1.aspx), da imprensa oficial, informações relacionadas às licitações do Governo do Estado de São Paulo, no formato semelhante ao disponibilizado pelo município.

O Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) e o Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro (TCM-RJ), não apresentam nenhuma informação sobre as licitações dos jurisdicionados.

A Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro divulga vários sites com dados abertos, entre eles, Armazém de Dados, Transparência Carioca, Transparência Mobilidade, Rio Transparente, Data Rio, além do [e-compras.rio](http://ecompras.rio.rj.gov.br). Apenas no site [www.ecomprasrio.rio.rj.gov.br](http://www.ecomprasrio.rio.rj.gov.br) são divulgadas

informações sobre as licitações, permitindo o download de arquivos compactados como as atas de julgamento das propostas.

O Governo do Estado do Rio de Janeiro disponibiliza o site <https://www.compras.rj.gov.br/publico/> compreendendo links para vários tipos de dados, entre eles, licitações. O endereço relacionado às licitações exige a utilização do navegador *Internet Explorer*, e permite acesso ao Sistema Integrado de Gestão de Aquisições (SIGA). O SIGA permite acesso ao acompanhamento de lances realizados eletronicamente e às atas.

O Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE-MG), não apresenta nenhuma informação sobre as licitações dos jurisdicionados, fazendo referência ao portal da transparência de Minas Gerais [www.transparencia.mg.gov.br](http://www.transparencia.mg.gov.br). O citado portal redireciona para <https://www1.compras.mg.gov.br/processocompra/processo/consultaProcessoCompra.html#>, onde constam dados das licitações realizadas pelo Governo do Estado de Minas Gerais. As informações são mostradas através de relatórios no formato PDF.

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte divulga no site <http://portaldeservicos.pbh.gov.br/portalservicos/view/paginas/home.jsf> informações sobre as licitações realizadas. As informações são disponibilizadas através de links para páginas do Diário Oficial do Município que não apresentava, nas consultas realizadas, os valores das propostas apresentadas nas licitações.

O Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCE-DF), não apresenta nenhuma informação sobre as licitações dos jurisdicionados.

O Governo do Distrito Federal disponibiliza no site [www.transparencia.df.gov.br](http://www.transparencia.df.gov.br) informações referentes às licitações realizadas. Os dados apresentados de maior importância se referem a identificação do processo licitatório, o valor estimado e o valor da proposta vencedora, no entanto não são informados o nome e a quantidade de empresas participantes. As licitações atuais relacionadas às obras estão divulgadas no site <https://sistemas.novacap.df.gov.br/licitacao/>, no entanto não constam informações de licitações de anos anteriores.

O Tribunal de Contas do Estado do Paraná (TCE-PR) divulga as licitações realizadas pelos municípios do estado do Paraná compreendendo somente os dados do edital sem os resultados do processo licitatório. Com relação às licitações estaduais o TCE-PR, além de permitir a filtragem por detalhes do processo, após a escolha da licitação apresenta uma tabela com as informações da empresa vencedora, o valor da proposta e permite a abertura das atas no formato PDF.

O Governo do Estado do Paraná, através do site [www.comprasparana.pr.gov.br](http://www.comprasparana.pr.gov.br) divulga informações sobre as licitações dos órgãos do poder executivo e de empresas públicas do estado. As informações são geradas a partir do período informado, que deve ser inferior a 90 dias ou número do processo.

A Prefeitura Municipal de Curitiba disponibiliza dados sobre as licitações no site [www.transparencia.curitiba.pr.gov.br](http://www.transparencia.curitiba.pr.gov.br). As informações são apresentadas através da busca direta ao número do processo ou filtradas por detalhes como modalidade e período entre outros. Após a busca é apresentada uma lista como as licitações que se enquadram. Ao escolher um processo é apresentado uma tabela contendo a descrição e o valor estimado do objeto, a quantidade de empresas que receberam o edital e a quantidade de empresas que participaram do processo. Depois de acessar novamente o processo é possível ter acesso às atas da licitação.

O Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul não disponibiliza dados sobre licitações dos seus jurisdicionados no seu portal de dados abertos.

O Governo do Estado do Rio Grande do Sul divulga pelo site <http://www.celic.rs.gov.br/>, da Secretaria de Modernização Administrativa e dos Recursos Humanos, dados relativos aos editais de licitação e seus resultados. Os dados sobre os resultados das licitações não estão presentes em todas as licitações apresentadas, e são disponibilizados através de atas no formato PDF.

A Prefeitura Municipal do Rio Grande do Sul disponibiliza o Portal Transparência e Acesso à Informação (<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/transparencia/>) com acesso às informações sobre licitações. As informações, no entanto, são divulgadas a partir do site de cada secretaria municipal, que por sua vez, apresentam as informações de maneiras diferentes.

O Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE-PB) utiliza o Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade (SAGRES). Os dados abertos são divulgados mediante acesso ao Portal da Cidadania Sagres ou através de downloads de tabelas referentes às esferas municipais e estadual. Para consulta aos municípios da Paraíba o endereço é [https://sagres.tce.pb.gov.br/municipio\\_index.php](https://sagres.tce.pb.gov.br/municipio_index.php). As tabelas referentes às esferas municipais disponíveis para download são receita orçamentária, empenhos, pagamentos, estornos e folha de pessoal. Quanto à esfera estadual, as tabelas disponibilizadas são receita orçamentária, empenhos, folha de pessoal. Não são disponibilizadas tabelas referentes às licitações.

O Governo do Estado da Paraíba através do site [www.transparencia.pb.gov.br](http://www.transparencia.pb.gov.br) divulga informações sobre receitas e despesas do Estado, contudo não apresenta informações sobre os dados das licitações realizadas como participantes, valor estimado e valor das propostas. O site

[www.centraldecompras.pb.gov.br](http://www.centraldecompras.pb.gov.br) do Governo do Estado da Paraíba apresenta licitações em andamento e resultados de pregões concluídos divulgados por ano e mês.

O município de João Pessoa por meio do site <http://transparencia.joaopessoa.pb.gov.br/> divulga os documentos referentes aos processos licitatórios. Os documentos são apresentados em formato PDF.

O Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE) também utiliza o sistema SAGRES e através do site <http://www.tce.pe.gov.br/internet/index.php/dados-abertos/> disponibiliza os dados abertos sob a forma de base de dados completas e através de API de dados. As bases de dados completas são disponibilizadas nos formatos XML (Extensible Markup Language). A API permite a importação dos dados nos formatos JSON e XML. As informações referentes às licitações apresentam os licitantes vencedores e perdedores, além do valor da proposta mais baixa.

O Governo do Estado de Pernambuco disponibiliza no site [www.licitacoes.pe.gov.br](http://www.licitacoes.pe.gov.br) as informações sobre as licitações realizadas. Os dados são apresentados por meio de atas e documentos em formato PDF, DOC, XLS e outros.

As licitações realizadas pela Prefeitura Municipal de Recife são divulgadas no site [www.recife.pe.gov.br/portaldgco](http://www.recife.pe.gov.br/portaldgco). São disponibilizados os dados sobre o objeto, o valor estimado e o valor da proposta vencedora. Não são mostrados os dados nem o número de licitantes.

O Tribunal de Contas do Estado do Ceará não apresenta os resultados das licitações realizadas pelo governo do estado.

O Governo do Estado do Ceará, através do site <http://licitarsite.pge.ce.gov.br/LicitarSite/Site/pgConsultaSite.aspx>, apresenta informações sobre as licitações realizadas, no formato de tabela, contendo os dados do objeto, vencedor, valor estimado e valor da proposta vencedora, dentre outras. Não apresenta o número nem os dados dos demais licitantes. Estes dados podem ser obtidos nos documentos disponibilizados no site <https://s2gpr.sefaz.ce.gov.br/licita-web/paginas/licita/PublicacaoList.seam>. Ressalta-se ainda que, que nos casos pesquisados, não foram encontradas as atas referentes ao julgamento das propostas.

O Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará apresenta no site [www.tcm.ce.gov.br/transparencia/](http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/) informações sobre as licitações realizadas pelos municípios do Ceará. Os dados são apresentados em forma de tabelas e contém informações sobre as

empresas licitantes, o valor estimado o objeto e o valor da proposta vencedora. O TCM-CE também disponibiliza o site [www.tcm.ce.gov.br/licitacoes/](http://www.tcm.ce.gov.br/licitacoes/) onde são apresentados os valores das propostas e o nome dos licitantes.

A Prefeitura Municipal de Fortaleza disponibiliza no site <http://compras.fortaleza.ce.gov.br/publico/index.asp> informações sobre as licitações realizadas. São divulgados os dados sobre os resultados das licitações conforme contam nas atas. A prefeitura ainda disponibiliza informações sobre licitações no site <http://transparencia.fortaleza.ce.gov.br/index.php/licitacao>, porém com menos detalhes que o site citado anteriormente. O município disponibiliza informações sobre licitações no formato de tabelas no site <http://dados.fortaleza.ce.gov.br/portal/>, no entanto, não foram encontradas informações sobre os participantes de cada licitação.

### **3.5. Conclusões**

Este capítulo tem por objetivo verificar a possibilidade de utilização dos dados abertos para identificação da participação de cartéis em licitações, o que permitiria o controle social. Para isso foram inicialmente verificadas as informações necessárias para esta identificação e, em seguida, foram analisados os dados disponibilizados por diversos órgãos públicos.

A partir do estudo sobre pesquisas relacionadas à formação de cartéis, foram identificados os dados sobre as licitações necessários para a utilização das metodologias desenvolvidas por cada pesquisador.

Das metodologias estudadas, apenas a desenvolvida por Ballesteros-Perez (2013) não necessitava de informações sobre as licitações anteriores. Esta mesma metodologia foi a única que utilizou informações relacionadas ao preço estimado do objeto.

Algumas metodologias, não necessitavam dos valores das propostas de preço, mas apenas dos licitantes que participavam concomitantemente das licitações, utilizando regras de associação para a identificação de cartéis. Outras metodologias necessitavam dos valores das propostas de preços, para mediante a utilização de técnicas de regressão linear poderem identificar aquelas que fugiam ao padrão.

A Tabela 3.2 apresenta as variáveis utilizadas por cada metodologia estudada.

Tabela 3.2– Variáveis das licitações utilizadas nas metodologias estudadas.

Modelo	Local Licit.	Licit. Anteriores	V. Estimado	V. Prop. Venc.	V. Propostas	Carac. Objeto	Licitantes	Licit. Venc.	Ordem Class.	Carac. licitantes
Porter e Zona (1993)		Sim		Sim	Sim				Sim	
Bajari e Ye (2003)		Sim		Sim	Sim				Sim	Sim
Silva e Ralha (2010)	Sim	Sim					Sim	Sim		
Grilo Júnior (2010)		Sim					Sim	Sim		
Ballesteros-Perez (2012)			Sim		Sim					
Gabrielli (2013)		Sim		Sim	Sim				Sim	Sim
Kawai e Nakabayashi (2014)		Sim		Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	
Bergman et al (2015)	Sim	Sim			Sim	Sim				

Após a enumeração das variáveis, passou-se à análise dos dados disponibilizados pelos órgãos públicos.

Inicialmente verificou-se os dados divulgados pelos Tribunais de Contas de Estados e Municípios sobre as licitações dos jurisdicionados. Verificou-se que, apenas o Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco e o Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará disponibilizavam dados sobre estas licitações. Ambos os tribunais apresentavam os dados em forma de API. Tais dados, no entanto, não possuíam todas as informações necessárias para a aplicação das metodologias pesquisadas, pois não apresentavam as propostas de preços dos licitantes, permitindo apenas a utilização de metodologias que aplicassem regras de associação.

Em seguida foram analisados os dados apresentados pelos maiores estados e suas capitais. Observou-se que a forma de apresentação e os dados disponibilizados não obedecem a nenhum padrão. Além disso, a maioria das informações são apresentadas em forma de atas disponibilizadas no formato PDF.

A Tabela 3.3 mostra os dados disponibilizados pelos órgãos públicos e a forma de apresentação das informações.

Tabela 3.3– Informações sobre licitações divulgadas pelos Órgãos Públicos.

Órgão	Local Licit.	V. Estimado	V. Prop. Venc.	V. Propostas	Carac. Objeto	num. Licitant.	Licitantes	Licit. Venc.	Ordem Class.	Formato
GE-SP	edital	edital	ata	ata	Tabela		ata	ata	ata	html
GE-RJ	edital	edital	ata	ata	Tabela		ata	ata	ata	html
GE-MG	edital	edital	tabela	ata	Tabela		ata	ata	ata	pdf
GE-RS	edital	edital	ata	ata	Tabela		ata	ata	ata	pdf
GE-PR	edital	tabela	tabela	ata	Tabela		ata	ata	ata	pdf
GE-DF		tabela	tabela		Tabela					
GE-CE	edital	tabela	tabela		Tabela			tabela		pdf
GE-PE	edital	edital	ata	ata	Tabela		ata	ata	ata	doc
PM - SÃO PAULO	edital	edital	ata	ata	tabela		ata	ata	ata	html
PM - RIO DE JANEIRO	edital	tabela	ata	ata	tabela		ata	ata	ata	zip/doc
PM - BELO HORIZONTE	edital	edital	ata	ata	edital		ata	ata	ata	PDF
PM - PORTO ALEGRE	edital	edital	ata	ata	edital		ata	ata	ata	PDF
PM - CURITIBA	edital	edital	tabela	ata	tabela	tabela	ata	ata	ata	PDF
PM - FORTALEZA	edital	edital	ata	ata	tabela		ata	ata	ata	html
PM - RECIFE	edital	tabela	tabela	ata	tabela		ata	tabela	ata	PDF
PM - JOÃO PESSOA	edital	edital	ata	ata	tabela		ata	ata	ata	PDF



Com base na análise realizada, a identificação da participação de cartéis em licitações pelo cidadão comum não é um processo simples de ser realizado. Para a maioria dos órgãos pesquisados será necessária a obtenção das atas de licitação e editais, muitas vezes em formato PDF, e posterior extração dos valores das propostas de preço e das empresas participantes. Tal extração será diferente para cada órgão, pois a forma de apresentação dos dados varia de acordo com o órgão. Existem ferramentas de extração de PDF que possibilitam a estruturação dos dados. Para tal seria necessária a análise da forma de disponibilização dos dados úteis no arquivo e a configuração da ferramenta de extração. O presente trabalho não utilizou fonte de dados obtidas a partir de arquivos PDF, mas, considerando a quantidade de informações disponibilizadas neste formato por diversos portais da transparência, sugere-se, em futuros estudos, realizar a análise de tais ferramentas e a realização da extração de informações nestas fontes de dados para utilização da metodologia proposta neste trabalho.

Assim, conclui-se que, apesar da existência de leis versando sobre a obrigatoriedade da disponibilização de dados abertos, é necessário padronizar a forma de apresentação e divulgação destes dados, para assim permitir o controle social sobre a possibilidade de participação de cartéis nas licitações.

## **4. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS NECESSÁRIAS PARA A FORMAÇÃO DE INDICADORES DE PARTICIPAÇÃO DE CARTÉIS EM LICITAÇÕES**

Este capítulo tem como objetivo analisar as variáveis possíveis de serem obtidas a partir dos dados disponibilizados sobre licitações e relacioná-las com os indicadores de probabilidade de existência de cartéis em licitações.

Vários modelos matemáticos e metodologias foram desenvolvidas para identificação de cartéis em licitações. Alguns modelos utilizam regras de associação para identificação de empresas que participam conjuntamente de licitações, outros analisam o histórico das propostas apresentadas pelas mesmas empresas, outro analisa simplesmente a distribuição dos valores das propostas apresentadas na mesma licitação, etc.

Tais modelos utilizam informações relacionadas a diversos componentes da licitação: objeto, órgão licitante, empresas participantes, valores das propostas e outros.

Este capítulo procura identificar os principais componentes das licitações com suas respectivas variáveis e apresentar os indicadores que podem ser obtidos a partir destas variáveis.

Pretende-se, ao final, elaborar uma matriz que relacione os indicadores possíveis de serem obtidos a partir das variáveis disponibilizadas.

### **4.1. Variáveis**

Para a obtenção dos indicadores de participação de cartéis são necessárias, essencialmente, informações relacionadas ao objeto da licitação, ao órgão licitante, aos participantes e às propostas de preço. Para muitos indicadores também são necessárias informações relacionadas às licitações anteriores.

Muitas variáveis não são úteis para a obtenção dos indicadores, mas possibilitam uma delimitação dos dados a serem analisados, aumentando a precisão e eficácia dos indicadores. Na Figura 4.1 são apresentadas quatro fontes de variáveis sobre os processos licitatórios.

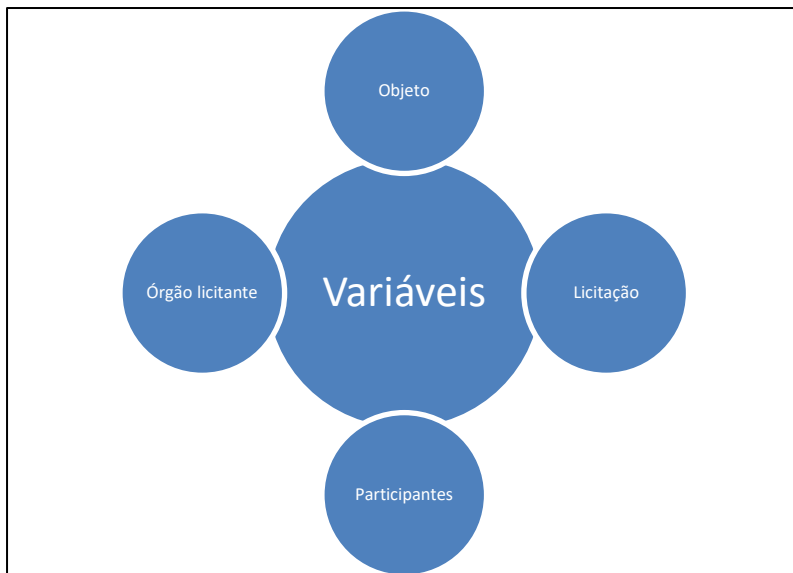


Figura 4.1– Tipos de variáveis.

#### 4.1.1. Variáveis relacionadas ao objeto

As variáveis relacionadas ao objeto podem ser extraídas diretamente do edital de licitação. Devem contemplar informações que possibilitem caracterizar o mercado em que se encontram, como sua natureza, seu valor estimado, o local para seu fornecimento e sua data de entrega.

As variáveis relacionadas ao objeto são:

- natureza do objeto: esta natureza, pode ser subdividida em níveis que melhor permitam um agrupamento de objetos similares;
- descrição: características objetivas do objeto que permitam a melhor identificação possível e, na falta da informação sobre a natureza do objeto, permitam o agrupamento de objetos similares;
- local do fornecimento do objeto: lugar onde será entregue o material ou serão realizados os serviços;
- data : data da elaboração do valor estimado;
- valor estimado do objeto: valor orçado para o objeto a partir de preços de referência;
- quantidade de itens do objeto;
- número de vezes que o objeto foi oferecido em licitações: de acordo com o histórico de licitações realizadas;

- valor médio do objeto: média de valores das propostas vencedoras de outras licitações relacionadas ao mesmo objeto.

#### *4.1.2. Variáveis relacionadas à licitação*

As variáveis relacionadas à licitação podem ser extraídas diretamente do edital de licitação e das atas com os resultados das licitações. As variáveis relacionadas às licitações são:

- código identificador da licitação;
- modalidade da licitação;
- tipo da licitação;
- data da licitação;
- número de participantes;
- número de vencedores (no caso de haver mais de um objeto);
- identificação dos participantes;
- identificação dos vencedores;
- valor da proposta vencedora;
- valor das propostas dos participantes.

#### *4.1.3. Variáveis relacionadas aos participantes*

As variáveis relacionadas aos participantes são:

- porte da empresa;
- tempo de existência;
- número total de licitações que participou por órgão e período;
- valor total de licitações que participou por órgão e período;
- valor estimado do total de licitações que participou por órgão e período;
- número total de licitações que venceu por órgão e período;
- valor estimado do total das licitações em que venceu por órgão e período;
- valor total das licitações em que venceu por órgão e período.

#### 4.1.4. Variáveis relacionadas ao Órgão Licitante

As variáveis relacionadas ao órgão licitante são:

- número de licitações realizadas por modalidade por período;
- valor total das propostas vencedoras por período;
- valor estimado das licitações realizadas por período;
- média de participantes por licitação no período;
- número de empresas que participaram de licitações no período;
- número de empresas que venceram licitações no período;
- identificação da maior empresa vencedora;
- identificação da 2ª maior empresa vencedora;
- quantidade de vitórias da maior empresa vencedora;
- quantidade de vitórias da segunda maior empresa vencedora;
- valor das licitações vencidas pela maior empresa vencedora;
- valor das licitações vencidas pela segunda maior empresa vencedora;
- valor estimado das licitações vencidas pela maior empresa vencedora;
- valor estimado das licitações vencidas pela segunda maior empresa vencedora;
- número de licitações suspensas ou anuladas;
- parcela dos valores de licitações vencidas pela maior empresa vencedora no período;
- parcela do número de licitações vencidas pela maior empresa vencedora no período;
- índice Herfindahl-Hirschman de distribuição dos vencedores de licitação.

## 4.2. Indicadores

Conforme as pesquisas apresentadas no capítulo anterior, vários indicadores podem ser utilizados para a verificação da possibilidade de existência de acordo prévio entre os

participantes de uma licitação. Tais indicadores não comprovam, com certeza, a existência de conluio nas licitações, mas indicam uma maior ou menor probabilidade de ocorrência, apontando aos órgãos de controle os processos licitatórios que merecem maior atenção nas análises.

Alvarenga (2011), por exemplo, realizou um estudo sobre pregões eletrônicos onde foram relacionados indicadores relacionados ao fornecedor, ao órgão responsável pela licitação, ao pregoeiro, ao pregão e ao objeto. Estes indicadores apontavam os níveis de capacidade, competitividade, confiabilidade, conformidade e economicidade. Na construção do modelo, Alvarenga (2011) classificou os pregões em quatro agrupamentos distintos: econômico, competitivo, discreto, equilibrado e suspeito.

Da mesma forma, Toth *et al.* (2014), através do Centro de Pesquisas de Corrupção de Budapeste, apontaram 11 indicadores para o risco de formação de cartéis em licitações. Como valoração do risco, foram apresentadas duas formas de totalização: uma categórica, onde a existência de dois indicadores apontaria um sinal de comportamento de cartel; e outra contínua, variando de 0 a 1, formada a partir do somatório dos pesos dos indicadores sobre o total de indicadores.

Considerando as diferentes fontes de obtenção de variáveis, serão apresentadas nesta seção os indicadores a partir dos quais pretende-se verificar a participação de cartéis.

Estes indicadores podem estar relacionados às características inerentes ao objeto, como sua natureza, o valor estimado, o local para fornecimento, data de entrega e outras especificidades; ao mercado onde o objeto está compreendido, cuja concentração e estabilidade favorecem a competição ou a realização de acordos; à alternância dos vencedores mediante a abstenção de participantes ou de apresentação de propostas falsas, cujas anomalias na distribuição das propostas apresentadas podem ser verificadas pelo histórico de participação das empresas em outras licitações; ao valor relativo do contrato em relação ao valor estimado ou ao número de participantes, que pode indicar a falta de competitividade na licitação; ao órgão licitante, que pode estar favorecendo determinada empresa; e outros (Figura 4.2).

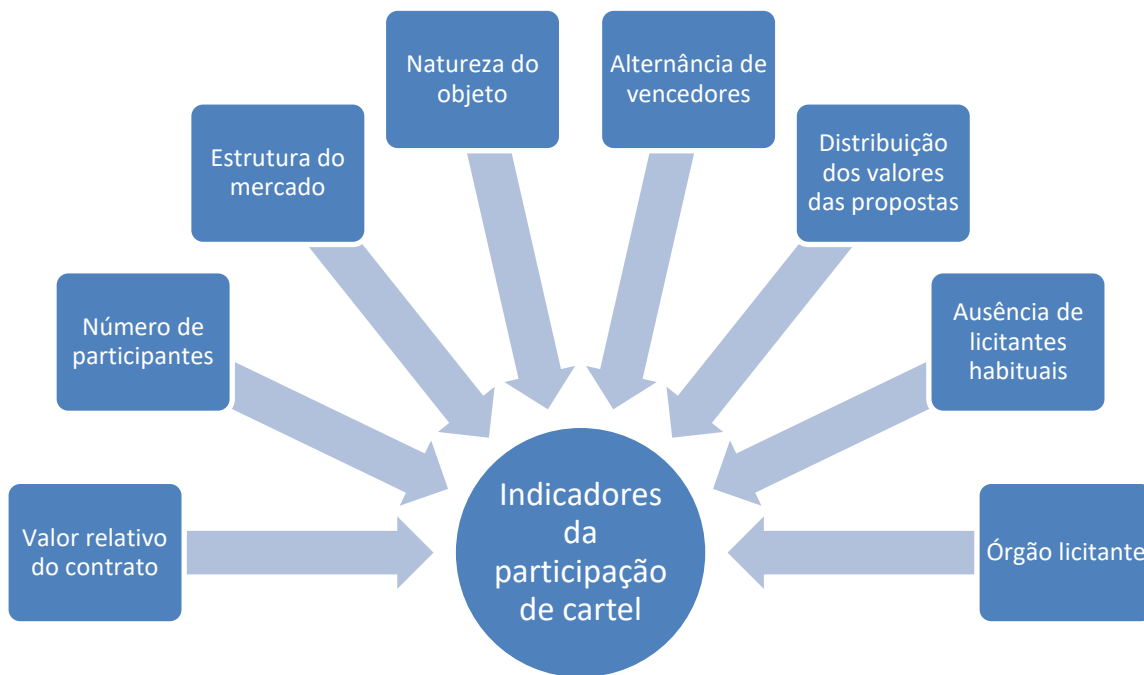


Figura 4.2– Indicadores de participação de cartéis.

A seguir são apresentados 30 (trinta) indicadores analisados neste trabalho para a elaboração da metodologia de obtenção de indicadores que auxiliem a investigação de licitações, divididos conforme a origem das variáveis: objeto, empresa participante, empresa vencedora, licitação e órgão licitante.

#### 4.2.1. Objeto

A análise isolada do objeto da licitação poderá apresentar indicadores da participação de cartéis. Objetos com características peculiares podem possuir poucos fornecedores ou fabricantes.

Para promover a competição e uma maior economia para a administração pública é interessante que o objeto da licitação seja fornecido pelo maior número de empresas. Assim, a identificação da singularidade do objeto pode ser um indicativo da participação de cartéis, quando se verificar que as características exigidas para determinada licitação não são necessárias.

Tal identificação, no entanto, não permite a utilização de indicadores que possam ser extraídos automaticamente dos dados analisados. Será necessário, para tal, uma leitura das especificações e sua adequação a real necessidade do órgão licitante.

Por isso, sugere-se a adoção de um indicador, após a seleção inicial das licitações suspeitas de participação de cartel realizada a partir dos outros indicadores. Denominou-se este primeiro indicador de IOS.

### Objeto Singular (IOS)

- IOS = 1 ou 0
- 1 se o objeto possui características exclusivas
- 0 se o objeto é considerado comum

#### 4.2.2. Licitação

Nesta subseção são apresentados os indicadores possíveis de serem obtidos apenas com as variáveis constantes em uma única licitação.

##### 4.2.2.1. Indicadores relacionados aos preços

Para objetos com características similares, cujos preços são extraídos de tabelas de referências de conhecimento público, como obras padrões de engenharia, por exemplo, seria possível a obtenção do desconto médio ofertado pelas empresas vencedoras e sua comparação com o desconto obtido em determinada licitação. Tal relação poderia ser utilizada como indicador.

### Relação do valor relativo do contrato (RVRC)

- Relação entre o desconto médio ofertado na licitação e a média dos descontos ofertados para o objeto em outras licitações:

Tal indicador servirá como parâmetro para o indicador VRC que será descrito adiante.

O indicador RVRC pode ser obtido a partir do conhecimento prévio dos descontos comumente ofertados para determinados serviços ou pela aplicação de técnicas de mineração de dados nas informações obtidas das licitações.

Carvalho *et al.* (2012) elaborou uma metodologia para o cálculo do preço de referência de produtos a partir da utilização de técnicas de mineração de dados. Na metodologia foram utilizados dados do Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais - SIASG, mantido pelo Governo Federal, que armazena informações sobre as compras realizadas pelos Órgãos Federais. Por meio da identificação de clusters, a partir dos preços de compras e do texto de descrição dos produtos, foi possível definir um intervalo de confiança para os preços de referência dos produtos. Para preços de serviços, no entanto, a metodologia não foi testada devido a quantidade de diferentes especificações que podem variar os preços e que não são informadas no texto da descrição do serviço.

Silva Filho, Lima e Maciel (2010) mostraram que para obras de engenharia, com a realização de cotação em três fornecedores do varejo, poderiam ser obtidos descontos entre 5% e 10% em relação aos preços da mediana do SINAPI, mantido pela Caixa Econômica Federal, que é utilizado para o cálculo do valor estimado das obras construídas com recursos federais.



Acrescentou ainda que para obras de grande porte, com custo superior a 4 milhões de reais para obras de infraestrutura e pavimentação e 10 milhões de reais para obras de edificação, o efeito cotação deve ser somado ao efeito barganha, resultando em descontos da ordem de 15% em relação aos preços da mediana do SINAPI.

De acordo com Morozov e Podkolzina (2013) para valores relativos do contrato abaixo de 90%, o porte da empresa tem muita influência nos preços ofertados, diferentemente dos valores relativos de contrato acima de 90%.

Para comparação com o indicador RVRC, estabeleceu-se como indicador, a relação entre o valor da proposta vencedora e o valor estimado do objeto, denominado valor relativo de contrato (VRC). Um VRC superior ao RVRC poderia representar um indício de ausência de competitividade.

Valor relativo do contrato  
(VRC)

- Relação entre a proposta vencedora e o preço estimado do objeto:

Outro indicativo para participação de cartéis é a forma de distribuição dos valores das propostas. De acordo com Abrantes-Metz *et al.* (2006), a participação de cartéis tende a diminuir a variância de preços. Além disso, a diferença relativa entre a primeira e a segunda propostas mais baixas e o preço estimado do objeto também serve como indicativo. Diferenças muito pequenas ou muito grandes entre as duas ofertas mais baixas são indicativos de conluio de acordo com Abrantes-Metz *et al.* (2006), Padhi e Mohapatra (2011) e Oxera (2013).

Faixa de Preços Ofertados  
(FPO)

- $(\text{valor da proposta mais alta} - \text{valor da proposta mais baixa}) / \text{valor estimado}$

Diferença entre os valores  
relativos das duas propostas  
mais baixas (D2VRC)

- $D2VRC = VRC - V2RC$ , onde V2RC é o valor relativo da segunda proposta em relação ao valor estimado

#### 4.2.2.2. Indicadores relacionados aos participantes da licitação

O número de participantes na licitação é um dos indicadores da existência de cartéis, pois pode sugerir a existência de conluio por meio da abstenção na licitação de potenciais concorrentes.

De acordo com Lima (2010) e Pereira (2002), o maior número de participantes nas licitações evita a ocorrência de acordos e possibilita a obtenção de maiores descontos pela administração. Licitações com a participação de oito ou mais participantes obtiveram descontos superiores a 35%.

Indicativos de participação de cartéis por meio da ausência de concorrentes podem ser obtidos a partir da comparação do número de propostas em uma determinada licitação com o histórico de concorrentes em licitações no mesmo mercado.

Primeiro indicador de ausência de concorrentes (AC1)

- AC1 = 1 ou 0
- 1 se houve apenas uma proposta
- 0 se houve mais de uma proposta

Outra forma de simular a competição na licitação é a participação de empresas que propositadamente apresentam propostas com erros que causem sua inabilitação no processo licitatório. Assim, a prevalência de proposta com erros, onde todas as empresas são excluídas com exceção da vitoriosa, também podem ser um indicativo de participação de cartéis.

Indicador de prevalência de propostas fraudulentas (PPF)

- PPF = 1 ou 0
- 1 se todas as propostas foram inabilitadas com exceção da vencedora
- 0 se existiram pelo menos duas propostas válidas

Os consórcios de empresas foram permitidos a participar em licitações para possibilitar que empresas menores tivessem condições de concorrer com empresas maiores. Quando empresas que tem capacidade de concorrer sozinhas apresentam propostas em consórcio, pode haver indícios da participação de cartéis. Assim, a prevalência de consórcio pode ser utilizada como indicador.

Primeiro indicador de prevalência de consórcio (PC1)

- PC1 = número de propostas vencedoras em consórcio / número de todas as licitações

Segundo indicador de prevalência de consórcio (PC2)

- PC2 = 1 ou 0
- 1 se concorrentes anteriores apresentam proposta em consórcio
- 0 se não apresentam proposta em consórcio

#### 4.2.3. Empresa participante

A relação entre o número de vitórias de uma empresa e o número de participações em um determinado período pode ser utilizada como parâmetro para verificação de grandes alterações

em órgãos específicos, o que pode vir a indicar a participação de cartéis naquela situação. Da mesma forma a relação entre o número de licitações nos órgãos onde costuma participar e o número de participações total desta empresa pode indicar alterações em determinados órgão que indiquem uma abstenção proposital das licitações. Por isto relacionou-se os indicadores RVP e RPL.

Relação entre o número de vitórias e o número de participações da empresa em um determinado período (RVP)

- $RVP = \text{número de vitórias} / \text{número de participações}$

Relação entre o número de participações e o número de licitações possíveis em um determinado período (RPL)

- $RPL = \text{número de participações} / \text{número de licitações}$

Outra relação que pode ser observada é a quantidade de órgãos onde a empresa participa de licitações e a quantidade de órgãos onde a empresa é vitoriosa.

Relação entre o número de órgãos com vitórias e o número de órgãos com participações em um determinado período (RVPO)

- $RVPO = \text{número de órgãos com vitórias} / \text{número de órgãos com participações}$

A verificação da participação de empresas que nunca venceram licitações pode ser um indicador de participação de cartéis. Tais empresas podem ser utilizadas para apresentação de propostas previamente acordadas para serem mais elevadas que a proposta vencedora.

Outra maneira mais complexa é identificar, mediante regras de associação, as empresas que nunca vencem quando participam conjuntamente com um determinado grupo de empresas, conforme Tóth *et al.* (2014). De maneira semelhante, pode-se identificar a empresa que vence a licitação quando participa em conjunto com outras empresas associadas.

Primeiro Indicador de licitantes perdedores (ILP1)

- $ILP1 = 1$  ou  $0$ .
- $1$  se existirem licitantes que nunca venceram licitações
- $0$  se não existirem licitantes que nunca venceram licitações

Número de regras de associação de que uma empresa faz parte(NASSOC)

- NASSOC=Número de regras de associação de que uma empresa faz parte

Indicador de vitória de empresa associada (IVCART)

- IVCART=1 ou 0
- 1 se a empresa identificada em regras de associação venceu a licitação.
- 0 se a empresa não venceu a licitação

Segundo Indicador de licitantes perdedores (ILP2)

- Identificação, mediante utilização de regras de associação, das empresas que participam conjuntamente de licitações e que costumam perder.
- ILP2 = 1 se existirem licitantes identificados pelas regras de associação
- ILP2 = 0 se não existirem licitantes identificados pelas regras de associação

A estrutura e condições do mercado podem favorecer ou desestimular a competitividade, influenciando na realização de conluíus entre as empresas. Assim, a identificação do mercado que compreende o objeto da licitação pode ser realizada a partir do conhecimento das características deste objeto. A natureza do objeto, local e data do fornecimento podem ser utilizados para restrição da base de dados com o histórico de licitações, sendo possível a coleta de informações sobre as empresas que integram este mercado.

Terceiro indicador de ausência de concorrente (AC3)

- AC3 = 1 ou 0
- 1 se a empresa retém propostas em diferentes submercados simultaneamente
- 0 se a empresa participa

Quarto indicador de ausência de concorrente (AC4)

- AC4 = número de propostas vencedoras / número de propostas apresentadas

O quinto indicador de ausência é semelhante ao quarto indicador com a diferença que em substituição ao número de propostas e licitações utilizam-se os valores.

Quinto indicador de ausência de concorrente (AC5)

- $AC5 = \text{valor de propostas vencedoras} / \text{valor de propostas apresentadas}$

A alternância de vencedores também pode ser um indicativo de acordo prévio entre os licitantes para a divisão dos contratos. Com base no histórico de licitações, é possível perceber se há um padrão de alternância dos vencedores. Padhi e Mohapatra (2011) sugeriram que uma significativa autocorrelação parcial neste padrão também é um indicativo da participação de cartéis nas licitações.

Primeiro indicador de alternância de vencedores (AV1):

- $AV1 = FACP$
- onde FACP é a função de autocorrelação parcial

Segundo indicador de alternância de vencedores (AV2):

- $AV2 = 1$  ou  $0$ . Ishii (2009)
- 1 se o vencedor da licitação está relacionado a licitação anterior
- 0 se o vencedor da licitação não está relacionado a licitação anterior

Indicador de participação de empresa doadora a campanha política local (PED)

- $PED = 1$  ou  $0$
- 1 se existe a participação de licitante doador de campanha política local
- 0 se não existe a participação de licitante doador de campanha política local

#### 4.2.4. Órgão

Em um mercado homogêneo seria esperado que as chances de uma empresa vencer uma licitação fossem as mesmas para todas as empresas, com algumas variações em virtude do porte ou de características internas da empresa, que possibilitassem alguma vantagem nos seus custos. Uma alteração no percentual de vitórias de uma determinada empresa em um determinado órgão licitante também pode indicar a existência da atuação de cartéis. Por isso, a comparação entre a relação entre o número de licitações vencidas no órgão sobre o número de

licitações em que participou no órgão e a média geral desta empresa pode ser utilizado como indicador.

Assim, grandes variações em diferentes órgãos entre a média das licitações vencidas por uma determinada empresa em relação ao total de participações da mesma empresa podem indicar a participação de cartéis. Os indicadores CP1 e CP2 mostram a comparação entre a relação citada anteriormente para uma empresa e um determinado órgão e a média geral da empresa em todos os órgãos em que ela participou.

Primeiro Indicador de competitividade do participante (CP1)

- $(\text{número de licitações vencidas no órgão} / \text{número de participações no órgão}) / (\text{número total de licitações vencidas} / \text{número total de participações})$

Segundo Indicador de competitividade do participante (CP2)

- $(\text{valor de licitações vencidas no órgão} / \text{valor das licitações em que participou no órgão}) / (\text{valor total de licitações vencidas} / \text{valor total das licitações que participou})$

O indicador AC2 representa a variação da média de participação de empresas em um determinado município e a média de participação da empresa em todos os municípios em que participou. Um baixo índice em um determinado município pode indicar a ausência proposital para favorecimento de outra empresa do cartel.

Segundo indicador de ausência de concorrentes (AC2):

- $AC2 = (\text{número de propostas no município} / \text{número de licitações do município}) / (\text{número total de propostas da empresa} / \text{número de licitações possíveis de participação})$

O indicador AC6 representa o número de empresas vencedoras em relação ao número de licitações realizadas. Uma baixa relação pode indicar algum tipo de favorecimento às empresas vencedoras.

Segundo indicador de ausência de concorrentes (AC6):

- $AC6 = \text{número de empresas vencedoras} / \text{número de licitações realizadas}$

Após a identificação do mercado, e análise dos concorrentes, torna-se necessário analisar a distribuição dos contratos entre as empresas que o integram (Figura 4.3). Uma existência grande

de contratos com poucas empresas pode indicar que o mercado é concentrado. A concentração do mercado, por sua vez, pode favorecer a atuação dos cartéis. Outra análise que se deve fazer em relação ao mercado é sobre a sua estabilidade. A estabilidade é identificada quando a distribuição dos contratos entre as maiores empresas se mantém constante ao longo do tempo. Além disso, diferentes distribuições de contratos entre empresas em áreas distintas, quando não existe justificativa para custos diferentes, podem indicar a existência de acordo prévio. Tal estabilidade também é um indicativo da atuação dos cartéis.

Todavia tais indicadores devem ser utilizados de maneira cuidadosa, pois seus valores críticos podem variar de acordo com o objeto, com a região geográfica, com o tipo de mercado existente, com o período de fornecimento e outros.

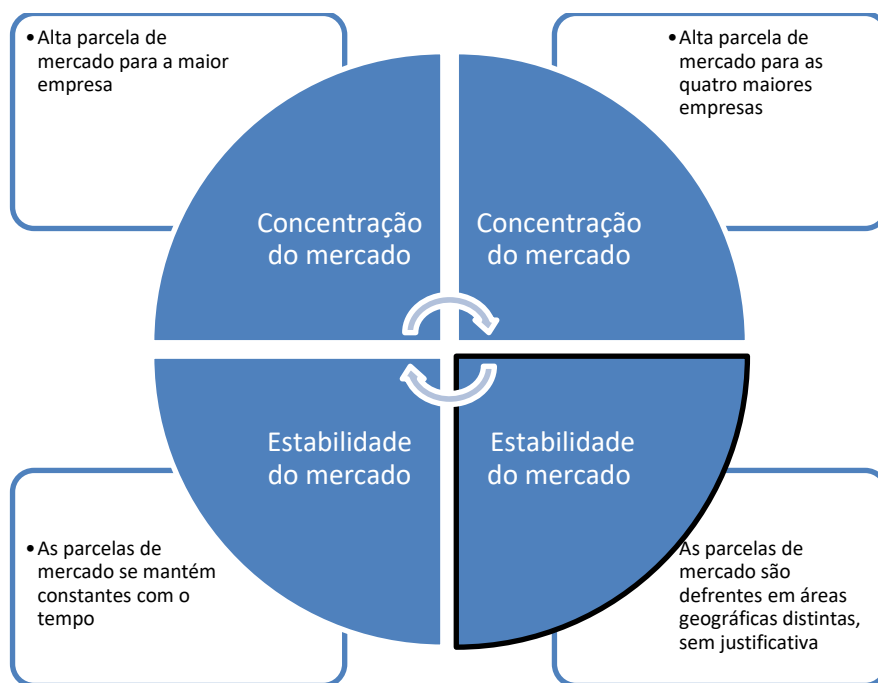


Figura 4.3– Indicadores relacionados à concentração de mercado.

Com relação ao mercado, Tóth *et al.* (2014) apresentou indicadores que podem ser utilizados para a detecção da sua concentração e estabilidade. Neste estudo, a estrutura de mercado monopolístico pode ser identificada a partir da análise do desvio padrão entre intervalos de tempo de três medições sobre a estrutura do mercado, descritos a seguir:

Parcela de mercado da maior empresa (PMME)

- $(PMME_{mt}) = \max(\sum V_{imt}) / (\sum V_{imt})$ , onde  $V_{imt}$  é o valor da proposta vencedora (valortovencedor) no período (t) e no mercado (m) a ser definido de acordo com o objeto (nomeobjeto).

Parcela de mercado das quatro maiores empresas (PM4M)

- $PM4M_{mt} = \sum_{i=1}^4 P_i$ , onde  $P_i$  é a parcela de mercado de cada empresa

Indicador das parcelas de mercado de todas as empresas - Hirschman-Herfindahl Index (IHH)

- $IHH = \sum_{i=1}^{i=n} P_i^2$

#### 4.2.5. Contrato

O acordo entre os participantes do cartel para vencer a licitação com valor elevado pode estar relacionado à compensação aos perdedores mediante a subcontratação de parte do objeto licitado. A prevalência de subcontratação pode mostrar que as empresas terceirizadas estão envolvidas na formação do cartel. Informações sobre subcontratação, no entanto, não são disponibilizados juntamente com as informações do processo licitatório. Portanto, o indicador sugerido seria obtido posteriormente a análise dos demais indicadores e seria um reforço aos indícios de participação de cartéis nas licitações.

Indicador de prevalência de subcontratação (PS)

- $PS = \text{número de contratos com subcontratações} / \text{número de licitações}$

### 4.3. Indicadores de acordo com as variáveis

Sabendo-se que as informações disponibilizadas nos portais de transparência variam de acordo com a fonte, talvez não seja possível a obtenção de todas as variáveis relacionadas anteriormente. Desta forma, não será possível a utilização de todos os indicadores.

Para conhecimento dos indicadores possíveis de serem obtidos a partir das variáveis disponibilizadas, foi elaborada a Tabela 4.1:



Tabela 4.1– Indicadores e variáveis

Indicador	Licitações		Data		Identificador				Natureza	Número			Valor		
	Anteriores	Licitação	Consórcio	Órgão	Participante	Subcontratado	Vencedor	Objeto		Licitações	Participantes	Propostas	Prop. vencedora	Estimado	Propostas
IOS															
RVRC															
VRC															
FPO															
D2VRC															
AC1															
PPF															
PC1															
PC2															
RVP															
RPL															
RVPO															
ILP1															
NASSOC															
IVCART															
ILP2															
AC3															
AC4															
AC5															
AV1															
AV2															
PED															
CP1															
CP2															
AC2															
AC6															
PMME															
PM4M															
IHH															
PS															

■ Variáveis necessárias para formação do indicador

## **5. METODOLOGIA PROPOSTA PARA OBTENÇÃO DOS INDICADORES PARA INVESTIGAÇÃO DE LICITAÇÕES**

Para a obtenção dos indicadores de participação de cartéis são necessárias, essencialmente, informações relacionadas às seguintes naturezas: objeto da licitação, órgão licitante, participantes e propostas de preço. Para muitos indicadores também são necessárias informações relacionadas às licitações anteriores.

Muitas variáveis não são úteis para a obtenção dos indicadores, mas possibilitam uma delimitação dos dados a serem analisados, aumentando sua precisão e eficácia.

As variáveis que são obtidas diretamente dos dados sobre licitações foram denominadas variáveis primárias. Além das variáveis primárias, existem variáveis relacionadas ao cruzamento das informações de naturezas diferentes, que podem ser obtidas a partir de correlações, somatórios, regressão linear e diversas outras fórmulas estatísticas. Estas variáveis foram denominadas variáveis secundárias.

Para organização das informações e explicação da metodologia utilizada para a obtenção dos indicadores, resolveu-se, neste estudo, organizar as variáveis em diferentes tabelas de dados.

Nas próximas seções serão descritas as tabelas utilizadas para agrupar as variáveis de diferentes naturezas e a forma para obtenção das novas variáveis e indicadores julgados interessantes para a determinação da participação de cartéis em licitações.

### **5.1. Tabela relacionada aos participantes das licitações**

Chamamos de tabela relacionada aos participantes das licitações a tabela que reúne as variáveis que identificam tanto o participante como as licitações das quais participaram. Tais variáveis são necessárias não apenas para a obtenção direta dos indicadores mas para a realização de vínculos futuros com outras tabelas que possibilitem outros tipos de agrupamentos.

Desta maneira foram elencadas as seguintes variáveis primárias para a Tabela Participantes das Licitações:

- código do participante da licitação, por exemplo CNPJ;
- código de identificação da licitação a qual participou;
- código de identificação do órgão licitante;
- valor da proposta apresentada;
- identificação de inabilitação, caso tenha sido desclassificada no processo de habilitação;

- identificação da participação em consórcio, caso faça parte de consórcio de empresas na licitação;
- data da licitação, para delimitações futuras e comparações com diferentes épocas de atuação de cartéis.

A partir das variáveis primárias foram calculadas as variáveis secundárias para a formação dos indicadores.

- indicador PC2 que mostra se houve na licitação a participação de consórcio de empresas que em licitações anteriores participaram isoladamente;
- lista contendo os nomes das regras de associação ao qual o participante foi associado mediante a utilização de técnicas de classificação não supervisionadas;
- número de regras de associação às quais o participante está associado naquela licitação.
- Indicador se o participante foi vencedor quando participou de associações

## 5.2. Tabela relacionada às Licitações

A tabela relacionada às licitações, contém as seguintes variáveis primárias:

- código do órgão licitante;
- código de identificação da licitação;
- modalidade da licitação;
- tipo de licitação;
- data da licitação;
- natureza do objeto;
- descrição do objeto;
- valor estimado;
- valor vencedor;
- valores das propostas;
- CNPJ do vencedor.

A partir das variáveis citadas anteriormente podem ser obtidas as seguintes variáveis secundárias e indicadores:

- IOS – indicador para caracterização do objeto com especificações singulares que signifiquem algum tipo de direcionamento;

- VRC – valor relativo do contrato calculado a partir da relação entre o valor vencedor e o valor estimado;
- IVRC – indicador que mostra se a licitação apresenta um VRC superior a um limite preestabelecido para a natureza do objeto;
- FPO – representa a faixa de preços ofertados calculado pela diferença entre a proposta mais alta e a mais baixa;
- D2VRC – diferença entre os valores relativos das duas propostas mais baixas;
- IAC1 – indica se a licitação apresenta apenas um participante.

Além das variáveis secundárias obtidas diretamente das variáveis primárias descritas anteriormente, podem ser obtidas as seguintes variáveis a partir da análise da Tabela Participantes das Licitações:

- NREGRAS – número de regras de associação compreendidas pelos participantes da licitação;
- IPPF – indica se todas as propostas com exceção da vencedora foram desclassificadas na fase de habilitação.

### **5.3. Tabela relacionada aos Participantes**

A tabela relacionada aos participantes apresenta as características gerais da empresa, podendo apresentar as variáveis inerentes ao seu porte, localização, número de funcionários e também variáveis relacionadas a sua forma de atuação nas licitações. Relacionou-se a seguir as principais variáveis primárias necessárias para utilização na metodologia:

- CNPJ do participante;
- nome do participante;
- porte do participante;
- período – representa o intervalo de tempo quando foram calculadas as variáveis secundárias.

As variáveis relacionadas a participação da empresa nas licitações foram obtidas a partir da Tabela Participantes das Licitações conforme a seguinte relação:

- número de participações;
- número de licitações realizadas pelos órgãos em que participou;
- número total de vitórias em licitações;

- número de órgãos em que venceu licitações;
- regras de associação às quais a empresa fez parte;
- número de participações em consórcio.

A partir das variáveis primárias e secundárias foram obtidas novas variáveis:

- RVP – relação entre o número de vitórias e o número de participações da empresa;
- RValVP – relação entre o valor das licitações vitoriosas e o valor das licitações em que participou;
- RPL - relação entre o número de participações da empresa e o número de licitações dos órgãos em que participou;
- ROVP - relação entre o número de órgãos em que participou de licitações e o número de órgãos em que foi vitorioso;
- ILP2 – indica se a empresa participa de alguma regra de associação;
- PC1 - relação entre o número de propostas em consórcio e o número de propostas isoladas da empresa.

#### **5.4. Tabela relacionada aos Participantes dos Órgãos**

Após a elaboração das variáveis sobre os participantes de licitações passou-se a identificação das variáveis relacionadas a forma de participação das empresas nos órgãos. Tal tabela possibilita a comparação entre os valores médios de atuação da empresa e sua atuação nos diferentes órgãos. As variáveis primárias são:

- CNPJ do participante;
- código do órgão.
- natureza do objeto;
- período.

Variáveis obtidas da Tabela Participantes das Licitações:

- número de participações do participante no órgão;
- valor de todas as participações do participante no órgão;
- valor total estimado de todas as licitações do participante no órgão;
- número de vitórias do participante no órgão;
- valor total de vitórias do participante no órgão;
- valor total estimado das vitórias do participante no órgão.

Variáveis obtidas a partir da Tabela Participantes:

- RPL;
- RVP;
- RValVP.

Novas variáveis obtidas:

- ILP1 - indica se o participante nunca venceu licitações no órgão;
- IAC4 - indica se a relação entre o número de vitórias da empresa no órgão e o número de participações da empresa no órgão está acima do intervalo de confiança admitido;
- IAC5 - indica se relação entre o valor das propostas vencedoras e o valor das propostas apresentadas no órgão está acima do intervalo de confiança admitido;
- RPLO - relação entre o número de propostas da empresa no órgão e o número de licitações do órgão;
- RVPO - relação entre o número de vitórias no órgão e o número de participações no órgão;
- RValVPO - relação entre o valor das vitórias no órgão e o valor de participações no órgão;
- IAC2 - indica se a relação entre RPLO e RPL está abaixo do intervalo de confiança admitido;
- ICP1 - indica se a relação entre RVPO e RVP está acima do intervalo de confiança admitido;
- ICP2 - indica se a relação entre RValVPO e RValVP está acima do intervalo de confiança admitido;
- AC3 - indica se o participante retém propostas em outros órgãos.

## 5.5. Tabela relacionada aos Órgãos

Por fim foi realizada a análise das características dos órgãos e da sua forma de atuação nas licitações. Da mesma forma que na Tabela Participantes, muitas características intrínsecas ao órgão poderiam ser representadas por variáveis primárias, como número de funcionários, área geográfica de atuação, etc. A seguir são relacionadas as variáveis primárias consideradas úteis:

- código do órgão;
- nome do órgão;
- natureza do objeto – para delimitação das variáveis a serem extraídas das outras tabelas;

- período – para delimitação do intervalo de tempo das variáveis a serem extraídas de outras tabelas.

Variáveis obtidas a partir da Tabela Licitações:

- número de licitações do órgão;
- média de participantes por licitação do órgão;
- valor total das licitações no órgão;
- valor total estimado das licitações no órgão;
- número total de vencedores no órgão.

Variáveis obtidas a partir da Tabela Participantes das Licitações:

- número total de participantes no órgão.

Variáveis obtidas a partir da Tabela Participantes dos Órgãos:

- número de vitórias de cada empresa participante no órgão;
- CNPJ das quatro maiores vencedoras de licitação no órgão.

Novas variáveis obtidas:

- PMME - parcela de mercado da maior vencedora de licitações no órgão;
- PM4M - parcela de mercado das quatro maiores vencedoras de licitações no órgão;
- IHH - Índice Hirschman-Herfindahl que indica a distribuição do mercado;
- AC6 - relação entre o número de empresas vencedoras e o número de empresas participantes no órgão;
- IAC6 – indica se relação entre o número de empresas vencedoras e o número de empresas participantes no órgão está abaixo do intervalo de confiança admitido;
- IPMME - indica se a relação entre o PMME e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido;
- IPM4M - indica se a relação entre o PM4M e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido;
- IHHI - indica se a relação entre o HHI e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido.

## 5.6. Obtenção de novos indicadores

A partir dos indicadores obtidos para as cinco tabelas descritas anteriormente, é possível identificar comportamentos suspeitos em cinco situações distintas:

- licitações com características suspeitas;
- empresas com comportamento geral suspeito;
- órgãos com concentração de mercado suspeitos;
- participação suspeita de empresas em licitações específicas;
- participação suspeita de empresas em órgãos específicos.

Com o objetivo de identificar as empresas com maior probabilidade de serem causadoras de fraudes em licitações, novos indicadores podem ser obtidos a partir do cruzamento das informações entre as tabelas. Por exemplo, uma empresa que não possua comportamento geral suspeito, mas que participe de licitações com características suspeitas, terá um indicador correspondente. Da mesma forma, empresas que costumam vencer licitações em órgãos considerados suspeitos, mesmo sem apresentar características gerais para tal, também terão um indicador específico.

Assim, na metodologia desenvolvida neste estudo, procurou-se unir todas as tabelas com as variáveis comuns e realizou-se um somatório de todos os indicadores para cada empresa.

Ao final foi elaborada uma tabela final denominada Indicadores das Empresas contendo os seguintes indicadores:

- SIAC1 – número de licitações que a empresa venceu com apenas um participante;
- SIVRC – número de licitações que a empresa venceu com VRC acima do limite;
- SIPPF – número de licitações que a empresa venceu onde os demais concorrentes foram desclassificados;
- IPC1 – relação entre o número de propostas em consórcio sobre o número de propostas isoladas superior a um intervalo de confiança admitido;
- SIAC4 – número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão;
- SIAC5 – número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o valor das vitórias e o valor de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão;
- SILP1 – número de órgãos que a empresa participou de licitações e nunca venceu;



- SIAC2 – número de órgãos onde a relação entre o número de participações e o número de licitações é inferior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
- SICP1 - número de órgãos onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
- SICP2 - número de órgãos onde a relação entre o valor de vitórias e o valor de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
- SIVPMME – número de órgãos onde a empresa detém a maior parcela de mercado;
- SNPASSOC – número de licitações em que a empresa participou e foi relacionada em regras de associação;
- SNVASSOC – número de licitações em que a empresa venceu e foi relacionada em regras de associação;
- SNREGRAS – número de associações existentes em todas as licitações que participou.

Ressalta-se que neste estudo não foram analisados o grau de relevância dos indicadores em relação aos demais, o que poderia sugerir diferentes pesos para os indicadores. Tal análise é uma sugestão para futuros estudos. De posse dos indicadores acima estabelecidos, é possível aos órgãos de controle definir pesos que considerem de maior relevância e que permitam a elaboração de uma lista com as empresas para serem investigadas com maior detalhe.

## **5.7. Conclusões**

A partir das informações relacionadas ao objeto da licitação, órgão licitante, participantes e propostas de preço foram obtidos vários identificadores de participação de cartéis. Para a obtenção deste indicadores foi necessária a separação das variáveis em tabelas distintas para realização de tratamentos estatísticos. Ao final foram obtidas 5 (cinco) tabelas contendo informações e indicadores. As tabelas relacionam os participantes, as licitações e os órgãos isoladamente e a atuação conjunta dos participantes nas licitações e dos participantes nos órgãos. As Tabela 5.1 a 5.5 mostram o resumo das variáveis e indicadores obtidos.

Tabela 5.1 - Participantes de cada licitação

VARIÁVEIS	IND.	SIGLA	VARIÁVEIS DO INDICADOR	DESCRIÇÃO
nome	1	IPC2	natureza do objeto	Indica se concorrentes anteriores apresentaram propostas em consórcio
CNPJ participante			CNPJ do consorciado	
CNPJ vencedor			CNPJ do participante	
valor proposta	2	NOMEASSOC	natureza do objeto	lista com o nome das regras de associação a qual pertence cada participante.
CNPJ inabilitados			CNPJ do participante	
CNPJ consorciados			regras de associação de cada participante	
Órgão	3	NASSOC	natureza do objeto	número de associações ao qual pertencem cada participante.
código licitação			CNPJ do participante	
período	4	VITCART	regras de associação de cada participante	número de vitórias quando participou em associações.
			CNPJ do vencedor	

Tabela 5.2 - Licitações

VARIÁVEIS	IND.	SIGLA	VARIÁVEIS DO INDICADOR	DESCRIÇÃO
Órgão	5	IOS	especificações do objeto	indicador se o objeto apresenta especificidades
	código licitação	VRC	valor estimado do objeto	Valor relativo do contrato = relação entre o valor vencedor e o valor estimado
valor da proposta vencedora				
modalidade licitação	7	IVRC	VRC	Indica se o valor relativo do contrato está acima do nível de confiança admitido para o objeto
tipo licitação			Valor limite VRC	
data	8	FPO	valores das propostas	diferença entre proposta mais alta e mais baixa
objeto	9	D2VRC	valores das propostas	diferença entre os valores relativos das duas propostas mais baixas
natureza objeto	10	IAC1	número de propostas	Indica se a licitação possui apenas um participante
valor estimado	11	NREGRAS	CNPJ do participante	Número de regras de associação a que pertencem os participantes da licitação.
valor vencedor			NASSOC cada participante	
CNPJ vencedor	12	PPF	CNPJ do participante	Indica se todas as propostas com exceção da vencedora foram desclassificadas na fase de habilitação da licitação.
período			número de participantes inabilitados	

Tabela 5.3 - Participantes

VARIÁVEIS	IND.	SIGLA	VARIÁVEIS DO INDICADOR	DESCRIÇÃO
CNPJ	12	RVP	número de vitórias total	relação entre o número de vitórias e o número de participações da empresa
período			número de participações	
natureza do objeto	13	RValVP	valor total das vitórias	relação entre o valor de vitórias e o valor de participações da empresa
Variáveis obtidas a partir da tabela LICITAÇÕES x PARTICIPANTES:			valor total das participações	
número de	14	RPL	número de participações	relação entre o número de participações da empresa e o número de licitações dos órgãos em que participou
número de licitações nos órgãos em que participou			número de licitações nos órgãos em que participou	
número de vitórias	15	ROVP	número de órgãos em que participou	relação entre o número de órgãos em que participou de licitações e o número de órgãos em que foi vitorioso
número de órgãos que participou			número de órgãos em que foi vitorioso	
número de órgãos	16	ILP2	regras de associação do participante	indica se a empresa participa de alguma
regras de	17	PC1	número de participações em consórcio	relação entre o número de propostas em consórcio e o número de propostas isoladas do participantes
número de participações em consórcio			número de propostas isoladas	

Tabela 5.4 - Participantes em cada órgão

VARIÁVEIS	IND.	SIGLA	VARIÁVEIS DO INDICADOR	DESCRIÇÃO
CNPJ	18	ILP1	número de vitórias no órgão	indica se o participante participou mas nunca venceu licitações no órgão
órgão	19	IAC4	número de vitórias do participante no órgão	indica se a relação entre o número de vitórias da empresa no órgão e o número de participações da empresa no órgão está acima do intervalo de confiança admitido
natureza do objeto			número participações do participante no órgão	
período	20	IAC5	valor total das vitórias do participante no órgão	indica se relação entre o valor das propostas vencedoras e o valor das propostas apresentadas no órgão está acima do intervalo de confiança admitido
Variáveis obtidas a partir da tabela LICITAÇÃO X PARTICIPANTES:			valor de todas as participações do participante no órgão	
número participações do participante no órgão	21	RPLO	número de licitações	relação entre o número de propostas da empresa no órgão e o número de licitações do órgão
valor de todas as participações do participante no órgão			número de propostas	
valor total estimado das participações do participante no órgão	22	RVPO	número de vitórias do participante no órgão	relação entre o número de vitórias no órgão e o número de participações no órgão
número de vitórias do participante no órgão			número participações do participante no órgão	
valor total das vitórias do participante no órgão	23	RValVPO	valor total das vitórias do participante no órgão	relação entre o valor das vitórias no órgão e o valor de participações no órgão
valor total estimado das vitórias do participante no órgão			valor total estimado das vitórias do participante no órgão	
Variáveis obtidas a partir da tabela PARTICIPANTES:	24	IAC2	RPLO	indica se a relação entre RPLO e RPL está acima do intervalo de confiança admitido
			RPL	
RPL	25	ICP1	RVPO	indica se a relação entre RVPO e RVP está acima do intervalo de confiança admitido
RVP			RVP	
RValVP	26	ICP2	RValVPO	indica se a relação entre RValVPO e RValVP está acima do intervalo de confiança
			RValVP	
	27	AC3	número participações do participante nos outros órgãos	indica se o participante retém propostas em outros órgãos

Tabela 5.5 - Órgãos

VARIÁVEIS	IND.	SIGLA	VARIÁVEIS DO INDICADOR	DESCRIÇÃO
órgão	28	PMME	número de vitórias da maior empresa do órgão	parcela de mercado da maior vencedora de licitações no órgão
natureza do objeto			número de licitações do órgão	
Variáveis obtidas a partir da tabela LICITAÇÃO:	29	PM4M	número de vitórias das quatro maiores empresas do órgão	parcela de mercado das quatro maiores vencedoras de licitações no órgão
número de licitações do órgão			número de licitações do órgão	
média de participantes por licitação no órgão	30	HHI	número de vitórias de cada empresa do órgão	Índice Hirschman-Herfindahl que indica a distribuição do mercado
valor total das licitações do órgão			número de licitações do órgão	
valor total estimado das licitações no órgão	31	AC6	número de vencedores no órgão	relação entre o número de empresas vencedoras e o número de empresas participantes no órgão
número total de vencedores no órgão			número de participantes no órgão	
Variáveis obtidas a partir da tabela LICITAÇÃO x PARTICIPANTE:	32	IPMME	PMME	indica se a relação entre o PMME e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido
número total de participantes no órgão			número de licitações do órgão	
Variáveis obtidas a partir da tabela PARTICIPANTES X ÓRGÃO:	33	IPM4M	PM4M	indica se a relação entre o PM2M e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido
número total de licitações de cada órgão			número de licitações do órgão	
CNPJ das quatro maiores empresas vencedoras de cada órgão	34	IHHI	HHI	indica se a relação entre o HHI e o número de licitações do órgão está acima do intervalo de confiança admitido
número de vitórias de cada empresa em cada órgão			número de licitações do órgão	

A partir das cinco tabelas gerou-se uma nova tabela condensando os indicadores obtidos e associando-os as empresas que participaram de licitações. A Tabela 5.6 representa a Tabela Final gerada com seus respectivos indicadores das empresas.

Tabela 5.6– Tabela Final com Indicadores das Empresas.

<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
SIAC1	número de licitações que a empresa venceu com apenas um participante;
SIVRC	número de licitações que a empresa venceu com VRC acima do limite;
SIPPF	número de licitações que a empresa venceu onde os demais concorrentes foram desclassificados;
IPC1	relação entre o número de propostas em consórcio sobre o número de propostas isoladas superior a um intervalo de confiança admitido;
SIAC4	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão;
SIAC5	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o valor das vitórias e o valor de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão;
SILP1	número de órgãos que a empresa participou de licitações e nunca venceu;
SIAC2	número de órgãos onde a relação entre o número de participações e o número de licitações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP1	número de órgãos onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP2	número de órgãos onde a relação entre o valor de vitórias e o valor de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SIVPMME	número de órgãos onde a empresa detém a maior parcela de mercado;
SNPASSOC	número de licitações em que a empresa participou e foi relacionada em regras de associação;
SNVASSOC	número de licitações em que a empresa venceu e foi relacionada em regras de associação.

## 6. VERIFICAÇÃO DOS DADOS EXTRAÍDOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ PARA OBTENÇÃO DOS INDICADORES.

Este capítulo tem como objetivo analisar os dados extraídos do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará – TCM-CE e verificar as variáveis possíveis de serem obtidas para o reconhecimento de participação de cartéis em licitações.

O Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará, disponibiliza dados sobre as licitações por meio de API. Por meio destas APIs é possível importar os dados sobre o objeto, a modalidade de licitação, o valor estimado do objeto, valor da proposta vencedora, as empresas participantes e a empresa vencedora. Contudo, as informações disponibilizadas pelas APIs não permitem, na maioria das vezes, a obtenção de vínculos entre as tabelas obtidas. Por isso, neste trabalho, foram utilizadas outras técnicas para extração de dados da *web*.

Neste capítulo será descrito o processo de obtenção dos dados, analisadas as variáveis contidas nos dados obtidos e mostrados os *dataframes* elaborados. Tais *dataframes* serão a fonte de dados para posterior utilização de técnicas de reconhecimento de padrões.

Cabe ressaltar que as licitações importadas do sítio eletrônico do TCM-CE referem-se a todas as licitações informadas pelos municípios, realizadas com recursos federais, estaduais ou municipais no período de 2007 a 2015.

### 6.1. Obtenção dos dados

O Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará divulga no endereço eletrônico <http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/> o portal da transparência dos municípios, do próprio tribunal e dos fornecedores. No portal de transparência dos municípios, a partir da escolha do município, é possível acessar diversas informações, dentre elas, dados sobre licitações.

O portal apresenta duas opções para obtenção de informações sobre licitações. A primeira opção apresenta as licitações informadas pelo município nas prestações de contas. Nesta opção é apresentada uma tela inicial, mostrando no formato de tabela, todas as licitações realizadas pelo município em um determinado ano. O ano pode ser selecionado pelo usuário de 2007 em diante.

Para obtenção direta das informações o portal permite a introdução do código do município e do ano diretamente na URL, conforme mostrado a seguir:

<http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/index.php/municipios/licitacoes/mun/146/versao/2012>

As informações sobre as licitações contidas nesta página são:

- licitação;
- data de realização;
- data do edital;
- modalidade;
- tipo;
- valor orçado.

O dado referente à licitação contém o número de identificação da licitação e constitui um *hyperlink* que direciona para informações específicas sobre esta licitação. A página com os dados específicos sobre a licitação contém as seguintes informações.

- data/hora de realização;
- data de autuação do processo administrativo;
- modalidade;
- tipo;
- valor estimado;
- valor limite;
- objeto;
- gestor;
- tabela com três abas: participantes, objetos, comissão de licitação
  - aba participantes:
    - CPF/CNPJ;
    - negociante.
  - aba objetos:
    - nome do objeto;
    - vencedor;
    - valor.
  - aba comissão de licitação:

- nome.

O acesso direto às informações sobre a licitação também pode ser realizado pela colocação de parâmetros na URL. O endereço abaixo mostra as informações relacionadas ao código do município:146, ano: 2012, número da licitação: 07-1601.02/2012 e data: 20120116, introduzidos por meio dos parâmetros mun, versão, lic e dt.

<http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/index.php/municipios/licitacao?mun=146&versao=2012&lic=07-1601.02/2012&dt=20120116>

Para a obtenção da base de dados de licitações foram utilizados os pacotes “XML” e “plyr” do software livre R. Com o auxílio da ferramenta citada foram criados processos para percorrer as licitações informadas por cada município, a partir de 2007, e extrair os dados necessários para a realização dos experimentos.

No endereço [http://api.tcm.ce.gov.br/sim/1\\_0/municipios](http://api.tcm.ce.gov.br/sim/1_0/municipios) obteve-se o código dos municípios. Em seguida acessou-se o seguinte endereço alterando-se as variáveis COD e ANO: [www.tcm.ce.gov.br/transparencia/index.php/municipios/licitacoes/mun/COD/versao/ANO](http://www.tcm.ce.gov.br/transparencia/index.php/municipios/licitacoes/mun/COD/versao/ANO) .

Após o acesso ao endereço citado, percorria-se todos os links referentes às licitações do município no determinado ano. Ao término do processo foram obtidos três *dataframes*.

O primeiro *dataframe* foi composto por informações básicas das licitações e continha 15 variáveis conforme a Tabela 6.1.

Tabela 6.1– Variáveis do *dataframe* sobre licitações.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
municipio	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de autuação do processo administrativo
datareal	data e hora de realização
objeto	descrição do objeto
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
valorestimado	valor estimado para o objeto
nomeitem1	nome do 1º item da licitação
vencedor	empresa vencedora do 1º item
valorvencedor	valor da proposta vencedora do 1º item
numparticipantes	número de participantes
numitens	número de itens da licitação
valtotvencedor	valor total das propostas vencedoras
vencedores	número de empresas vencedoras



O segundo *dataframe* relacionou-se aos participantes das licitações e foi constituído por 7 variáveis (Tabela 6.2).

Tabela 6.2– Variáveis do *dataframe* sobre participantes

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
municipio	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de autuação do processo
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
cnpj	CNPJ do participante
nomeparticipante	nome do participante

O terceiro *dataframe* foi constituído pelos vencedores de cada item das licitações e contemplou 8 variáveis (Tabela 6.3).

Tabela 6.3– Variáveis do *dataframe* sobre vencedores.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
municipio	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de autuação do processo
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
nomeitem	descrição do item
nomeparticipante	nome do participante
valorvencedor	proposta vencedora do item

O *dataframe* relacionado às licitações foi constituído por dados de 184 municípios do estado do Ceará no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015. As licitações que apresentavam dados inconsistentes como ausência do valor da proposta vencedora, grandes discrepâncias entre o valor estimado e o valor vencedor e outras inconsistências foram removidas. Observou-se que algumas licitações não apresentavam o campo modalidade preenchido, e foram caracterizadas no processo de importação como “sem descrição”. A Tabela 6.4 apresenta os dados obtidos distribuídos por modalidade de licitação.

Tabela 6.4– Resumo dos dados obtidos

<b>MODALIDADE</b>	<b>Nº LICITAÇÕES</b>
Carta Convite	86098
Tomada de Preços	14785
Pregão	43048
Concorrência Pública	2201
Leilão	170
Sem descrição	26315
Concurso	70
<b>TOTAL</b>	<b>172.687</b>

A fim de se trabalhar apenas com licitações cuja participação possibilitasse a identificação de padrões para reconhecimento de cartéis, eliminou-se inicialmente as licitações que apresentavam mais de um vencedor por possuírem mais de um objeto. Em seguida foram eliminados os dados relacionados às modalidades de Leilão e Concurso.

Com o tratamento descrito, obteve-se o novo *dataframe* conforme mostrado na Tabela 6.5:

Tabela 6.5– Licitações de acordo com a modalidade.

<b>MODALIDADE</b>	<b>Nº LICITAÇÕES</b>
Carta Convite	73767
Tomada de Preços	13123
Pregão	29627
Concorrência Pública	1829
Sem descrição	23432
<b>TOTAL</b>	<b>141.778</b>

Para restringir o escopo do trabalho procurou-se aplicar a metodologia para obras e serviços de engenharia. Além disso, eliminou-se as informações onde a relação entre o valor estimado do objeto e o valor da proposta vencedoras eram superiores a 2 e inferiores a 0.1. Tais divergências podem ter sido originadas por erro de digitação na alimentação da base de dados do sistema do TCM/CE. Eliminou-se também as licitações cujos vencedores ou participantes eram pessoas físicas.

Assim o *dataframe* obtido foi restringido para as licitações em cuja descrição do objeto havia as palavras "construção" "obra" "engenharia" "recuperação" "ampliação" "reforma" "pavimentação" "tosca" "paralelepípedo" "tss" "tsd" "asfáltico" e suas variações sem acentos ou cedilhas.

Após a delimitação dos dados o novo *dataframe* foi reduzido a 16.981 observações correspondendo às informações mostradas na Tabela 6.6.

Tabela 6.6– Licitações relacionadas a obras de engenharia.

MODALIDADE	Nº LICITAÇÕES	VALOR CONTRATOS	VALOR ESTIMADO	VAL. RELATIVO
Carta Convite	9586	R\$ 806.766.308,25	R\$ 827.402.439,62	0,98
Tomada de Preços	5991	R\$ 2.536.656.859,57	R\$ 2.584.920.030,26	0,98
Pregão	315	R\$ 534.959.776,12	R\$ 620.940.740,24	0,86
Concorrência Pública	728	R\$ 3.108.846.305,42	R\$ 3.249.982.796,35	0,96
Sem descrição	361	R\$ 393.488.696,03	R\$ 391.230.013,72	1,01
<b>TOTAL</b>	<b>16.981</b>	<b>R\$ 7.380.717.945,39</b>	<b>R\$ 7.674.476.020,19</b>	<b>0,96</b>

Como o *dataframe* de licitações compreende o intervalo de janeiro de 2007 a dezembro de 2015, procurou-se segmentar as informações em três períodos. O primeiro período compreende os anos de 2007 e 2008, o segundo período compreende os anos de 2009 a 2012, e o terceiro período de 2013 a 2015. Tais intervalos compreendem mandatos de prefeitos municipais em diferentes legislaturas.

Nas informações disponibilizadas no portal sobre o vencedor das licitações não constavam o CNPJ, mas apenas o nome do vencedor. Constatou-se, no entanto, que um mesmo vencedor era descrito com grafias diferentes em diferentes licitações, com e sem acento, por exemplo. Tal situação levou a necessidade de se comparar o nome do vencedor com os participantes da licitação para obtenção do CNPJ e inclusão de um novo campo no *dataframe* de licitações.

O segundo *dataframe* foi constituído pelos participantes de cada licitação e o terceiro *dataframe* pelos vencedores de cada item de cada licitação. A Tabela 6.7 apresenta o resumo dos dados obtidos no dois *dataframes*.

Tabela 6.7– Participantes e vencedores

MODALIDADE	QTD PARTICIPANTES	QTD VENCEDORES
Carta Convite	2193	1533
Tomada de Preços	1682	1269
Pregão	314	228
Concorrência Pública	719	383
Sem descrição	283	248

Finalmente foi elaborado um *dataframe* único com 47.584 observações compreendendo todas as informações e constituído por 20 variáveis, de acordo com a Tabela 6.8:

Tabela 6.8– Dataframe com informações sobre as licitações.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
município	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de autuação do processo administrativo
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
CNPJ	CNPJ da empresa participante
nomeparticipante	nome da empresa participante
datareal	data e hora de realização
objeto	descrição do objeto
valorestimado	valor estimado para o objeto
nomeitem1	nome do 1º item da licitação
vencedor	empresa vencedora do 1º item
valorvencedor	valor da proposta vencedora do 1º item
numparticipantes	número de participantes
numitens	número de itens da licitação
valtotvencedor	valor total das propostas vencedoras
vencedores	número de empresas vencedoras
numvencedor	número de vencedores na licitação
cnjvencedor	CNPJ da empresa vencedora
periodo	intervalo do tempo

## 6.2. Análise dos dados

Com os dados obtidos do TCM-CE, relacionou-se as variáveis disponíveis. Conforme apresentado, verificou-se que as variáveis relacionadas à natureza do objeto, valores das propostas, participação de consórcios e empresas subcontratadas não constaram do *dataframe* obtido. Quanto à natureza do objeto, contudo, a descrição do objeto da licitação permitiu uma aproximação de sua natureza a partir de filtros realizados por palavras chave.

A seguir serão analisados os indicadores possíveis de serem obtidos de acordo com as variáveis relacionadas ao objeto, à licitação, à empresa participante, aos municípios e a relação entre a empresa participante e o município.

### 6.2.1. Objeto

Com relação ao objeto, procura-se identificar características que, por serem específicas restrinjam a competição.

Os dados obtidos neste estudo se referem principalmente a obras de engenharia. Numa primeira análise, tais objetos não devem apresentar características individuais que restrinjam substancialmente o universo de fornecedores. No entanto, conforme explicitado na seção

anterior, para a perfeita identificação da singularidade do objeto e sua adequação à necessidade do órgão licitante será necessária uma análise mais específica nas especificações do objeto.

Assim, nenhuma variável relativa ao objeto poderá ser utilizada como indicador de participação de cartel. Tal análise, no entanto, poderá ser realizada após a seleção dos processos licitatórios com suspeita de fraude, identificados mediante o uso de outros indicadores.

### 6.2.2. Licitação

As variáveis relacionadas à licitação são a modalidade, o número de participantes, o valor estimado e o valor da proposta vencedora.

As Figuras 6.1 e 6.2 apresentam um resumo da distribuição da quantidade de licitações de acordo com a modalidade das licitações que constituem o *dataframe* deste estudo.

Observa-se a prevalência da modalidade Carta Convite seguida por Tomada de Preço e Concorrência Pública. Observa-se também o crescimento da utilização das licitações na modalidade Pregão e Tomada de Preços ao longo dos três períodos.

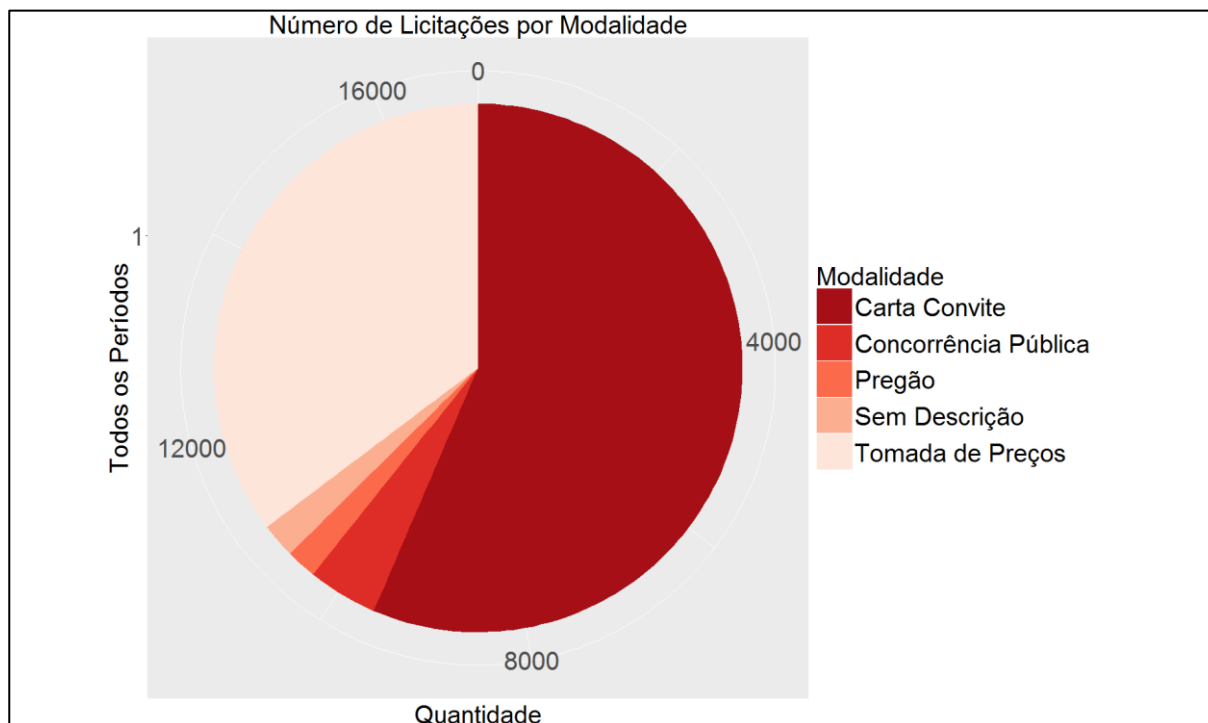


Figura 6.1– Distribuição das licitações por modalidade em todos os períodos de 2007 a 2015.

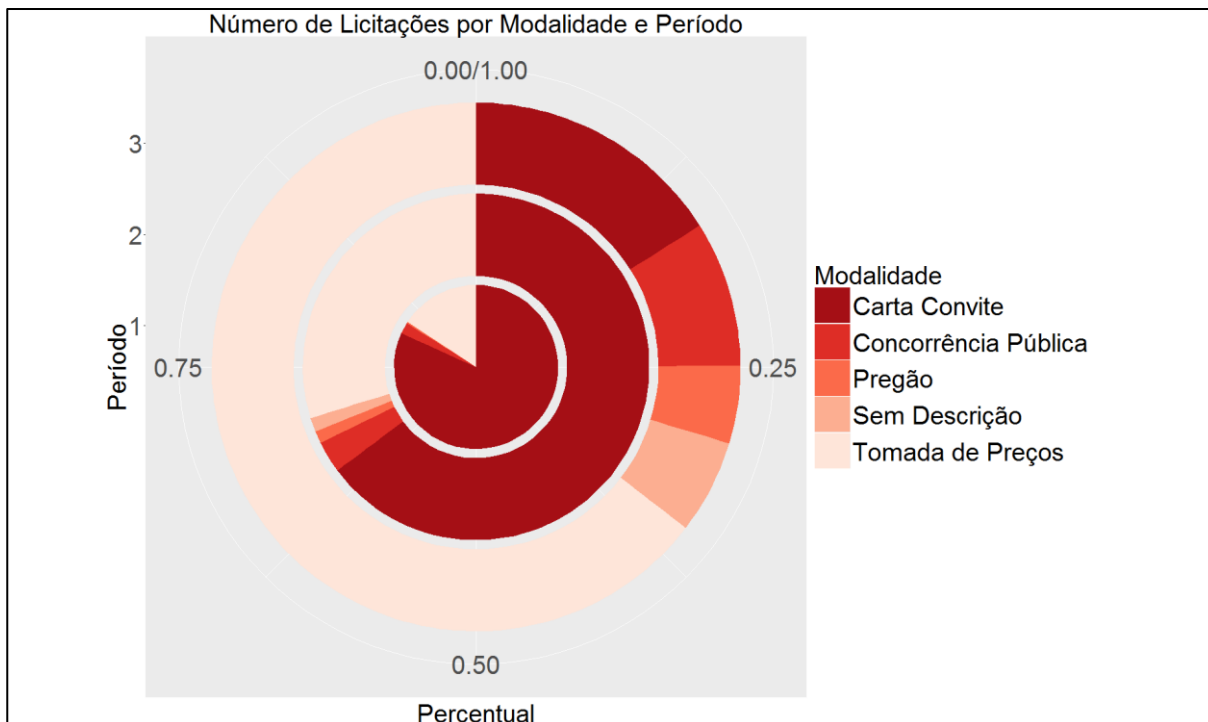


Figura 6.2– Distribuição das licitações por modalidade em cada período.

A Figura 6.3 mostra a distribuição geográfica dos municípios do estado do Ceará e o número total de licitações relacionadas a engenharia realizadas em todos os períodos.

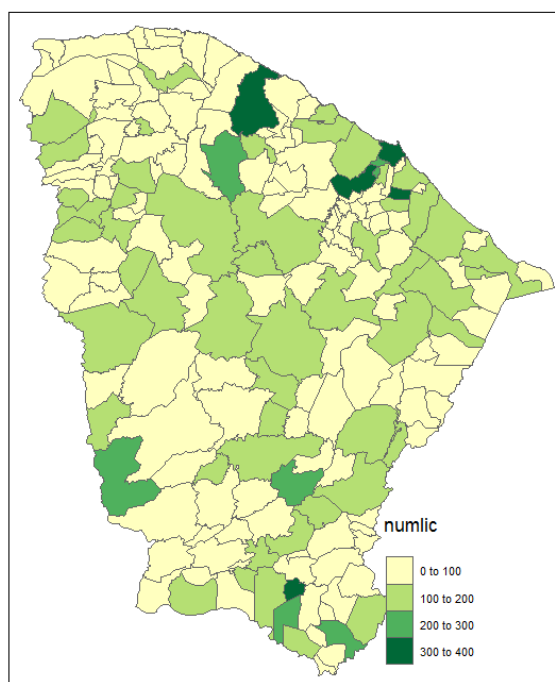


Figura 6.3– Número de licitações e sua distribuição por município.

Observou-se ainda que a grande maioria das licitações contaram com três participantes, exatamente pela prevalência da modalidade Carta Convite que exige este número mínimo. No

entanto para as demais modalidades percebe-se a predominância de licitações com apenas um participante. A Figura 6.4, mostra a frequência de licitações de acordo com o número de propostas.

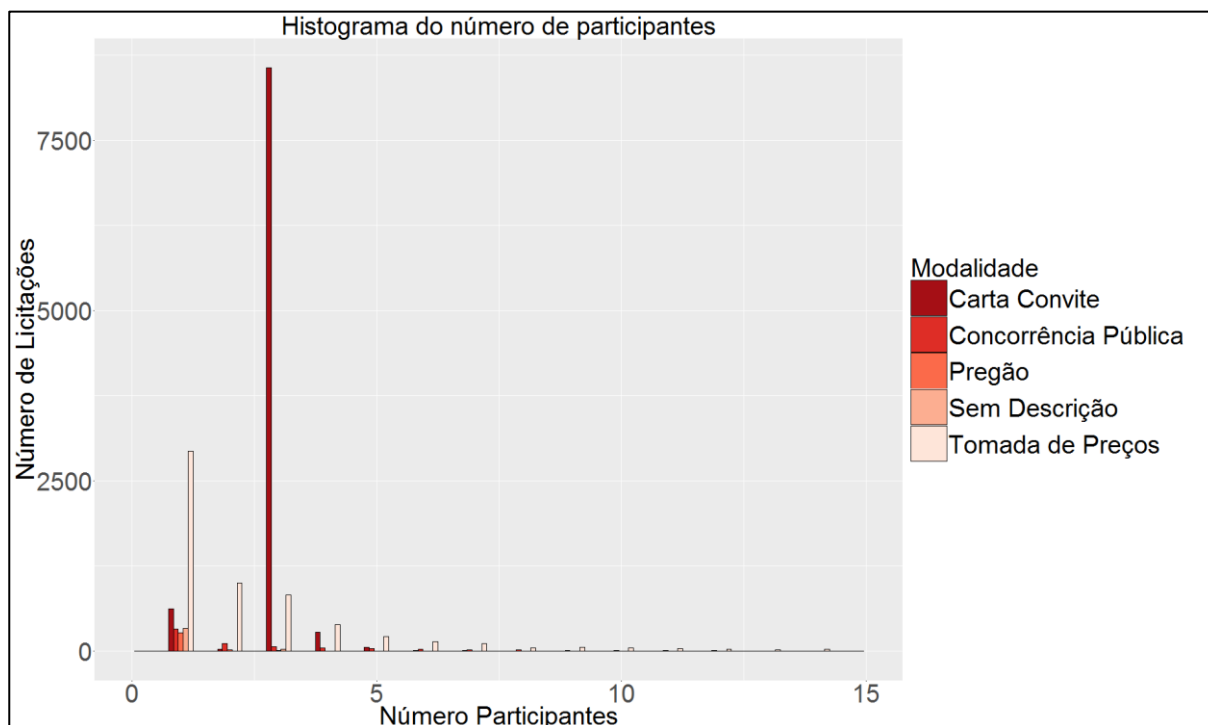


Figura 6.4– Histograma do número de participantes.

Em seguida analisou-se a relação entre o desconto ofertado pela proposta vencedora e o valor estimado do objeto. Foram obtidos os dados relacionados a licitações de obras no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015. Para cada licitação foi calculado o valor de desconto da proposta vencedora em relação ao preço estimado.

No caso de licitação de obras com recursos federais utiliza-se, para o cálculo do valor estimado do objeto, a tabela de referência do SINAPI, administrado pela Caixa Econômica Federal em conjunto com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Tal tabela apresenta os custos do serviço de acordo com o mês e a localidade da execução.

A Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará também disponibiliza uma tabela própria de custos de obras para o cálculo do custo estimado do objeto.

Cabe ressaltar que as informações sobre as licitações importadas do sítio eletrônico do TCM-CE não especificavam se a origem dos recursos era federal, estadual ou municipal, nem a tabela de referência utilizada para o cálculo do valor estimado do objeto.

Observou-se que o valor relativo médio dos contratos, calculado a partir da relação entre o somatório das propostas vencedores e o somatório dos valores estimados, foi de 0,96. A Tabela

6.9 apresenta os valores totais dos contratos, os valores estimados e o valor relativo de acordo com a modalidade de licitação.

Tabela 6.9– Valores das licitações analisadas.

MODALIDADE	Nº LICITAÇÕES	VALOR CONTRATOS	VALOR ESTIMADO	VAL. RELATIVO
Carta Convite	9586	R\$ 806.766.308,25	R\$ 827.402.439,62	0,98
Tomada de Preços	5991	R\$ 2.536.656.859,57	R\$ 2.584.920.030,26	0,98
Pregão	315	R\$ 534.959.776,12	R\$ 620.940.740,24	0,86
Concorrência Pública	728	R\$ 3.108.846.305,42	R\$ 3.249.982.796,35	0,96
Sem descrição	361	R\$ 393.488.696,03	R\$ 391.230.013,72	1,01
<b>TOTAL</b>	<b>16.981</b>	<b>R\$ 7.380.717.945,39</b>	<b>R\$ 7.674.476.020,19</b>	<b>0,96</b>

Interessante observar que o desconto na modalidade Pregão foi de 14% em média, enquanto que, para as demais modalidades, o desconto ofertado foi inferior a 4%.

Conforme mostrado anteriormente, esperava-se que o valor relativo de contrato (VRC) estivesse compreendido abaixo de 0,95 para referências de preços do SINAPI. Tal diferença pode indicar uma falta de competitividade ou que os preços de referência utilizadas para o cálculo do valor estimado do objeto são inferiores aos do SINAPI.

Em seguida analisou-se a correlação entre o número de participantes da licitação e o valor relativo de contrato. A Figura 6.5 mostra a tendência de aumento do desconto ofertado com o aumento do número de propostas na licitação. As tonalidades indicam os diferentes períodos das licitações.

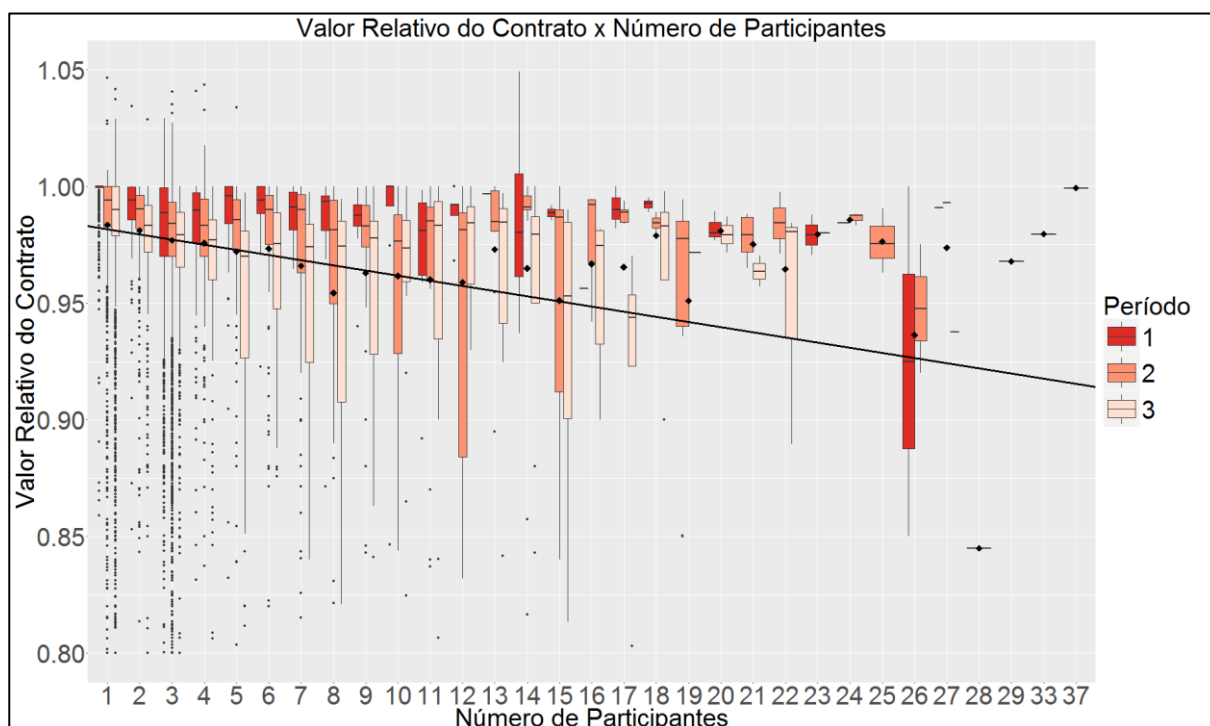


Figura 6.5– Valor relativo do contrato em relação ao número de participantes.



Pode-se observar pelo gráfico que há um pequeno acréscimo do desconto ofertado com o aumento do número de participantes e que o desconto médio aumentou com os períodos. A regressão linear, no entanto, possui o coeficiente  $R^2$  de 0,003 indicando quase nenhuma correlação.

Verificou-se também a correlação entre o valor relativo do contrato e o valor estimado do objeto. Da mesma forma não foi encontrada uma correlação considerável, conforme se observa na Figura 6.6.

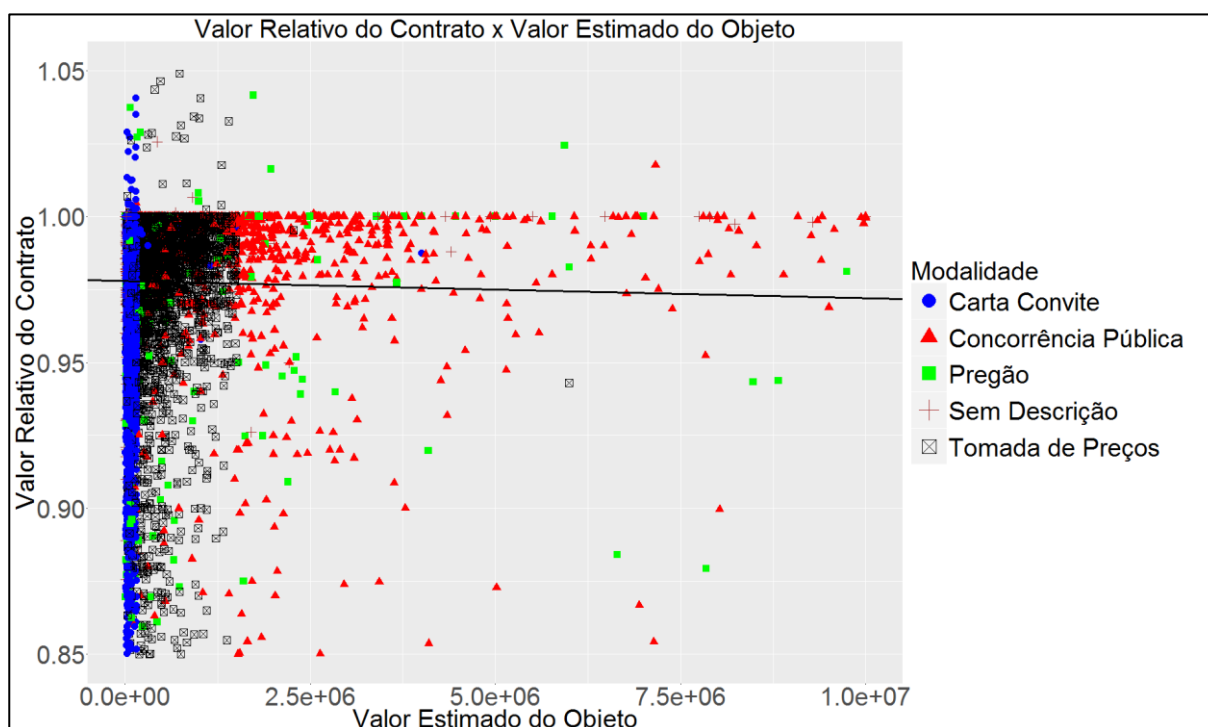


Figura 6.6– Valor Relativo do Contrato de acordo com o valor estimado do objeto.

Por fim verificou-se se a correlação entre o número de participantes da licitação e o valor estimado do objeto, mostrado na Figura 6.7. Da mesma forma, o coeficiente  $R^2$  foi praticamente nulo.

Após a análise das variáveis das licitações considerou-se a utilização dos indicadores descritos no capítulo anterior. Devido à ausência de correlação entre o número de participantes e o valor relativo de contrato, foi desconsiderado o uso do indicador RVRC. Além disso, a falta de informações sobre os preços das propostas dos participantes perdedores e sobre as propostas inabilitadas impediu o uso dos indicadores FPO, D2VRC e PPF. Desta forma, apenas os indicadores VRC e AC1 foram utilizados.

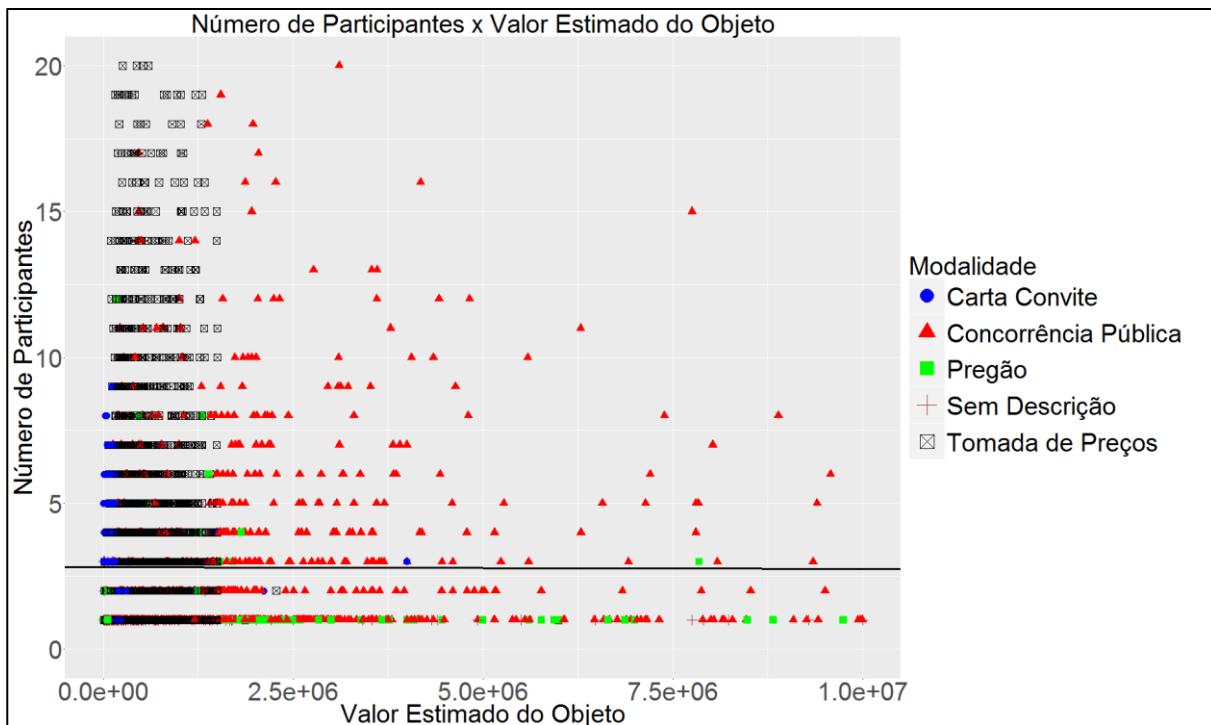


Figura 6.7– Número de participantes da licitação em relação ao valor estimado do objeto.

Conforme mostrado anteriormente, considerou-se como suspeitas as licitações cujo valor relativo do contrato era superior a 95%. Assim, foi incluído o indicador IVRC no *dataframe* onde foi atribuído o valor 1 para as licitações com VRC superior a 95% e 0 para as demais.

Com relação a ausência de participantes, incluiu-se no *dataframe* das licitações o indicador IAC1 onde foi atribuído o valor 1 para as licitações com apenas um participante e zero para os demais.

Assim, das 16.981 licitações, 4.493 foram marcadas com o indicador IAC1 e 14.875 com o indicador IVRC.

### 6.2.3. Empresa participante

No desenvolvimento da metodologia procurou-se identificar nas características comportamentais da empresa, indicadores que apontassem sua participação em cartéis.

Procurou-se abordar inicialmente a forma de participação das empresas em cada município. Foram obtidas 17.052 observações referentes a participação de cada empresa em cada município em cada período.

Nesta análise foram verificadas a quantidade de propostas apresentadas e o número de licitações realizadas pelo município por período. Em seguida analisou-se as relações entre as propostas vencedoras e as propostas perdedoras de uma mesma empresa em cada município.

Após a análise da empresa por município, analisou-se o comportamento geral da empresa, compreendendo o número de municípios em que participou de licitações por período, o número total de participações e o número total de vitórias.

### 6.2.3.1. Associação de Empresas Participantes

Analisou-se, inicialmente, a repetição da participação de grupos de empresas em diferentes licitações. Nesta análise foi utilizado o algoritmo *Apriori* (Agrawal and Srikant, 1994) referente a regras de associação.

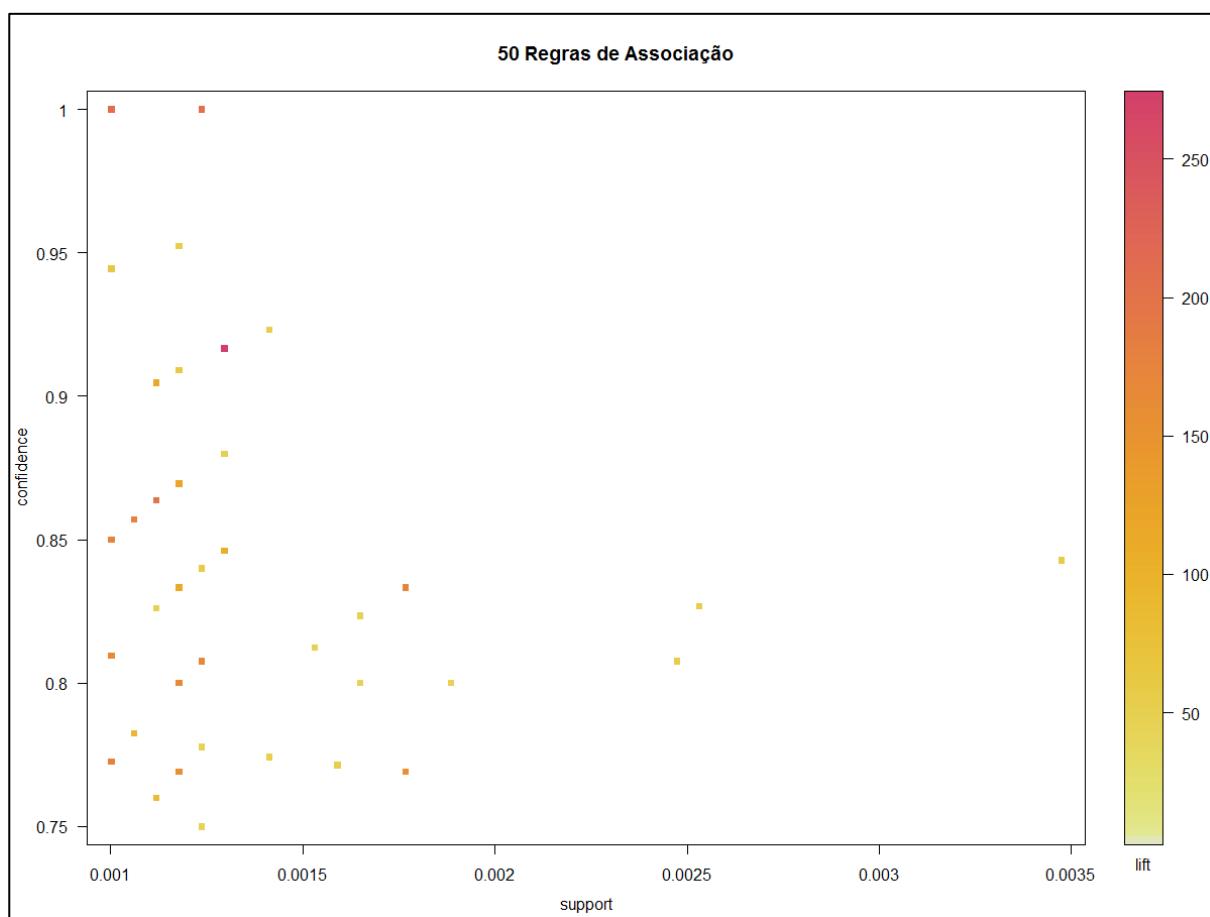


Figura 6.8– Relação entre grau de confiança e suporte das regras de associação analisadas.

Considerou-se arbitrariamente um grau mínimo de confiança de 75% e um grau mínimo de suporte de 0,1%. Para a nossa base de dados com 16.981 licitações, isto significa que foram selecionadas as licitações onde aconteceu a participação de algum elemento de um mesmo grupo de empresas em mais de 17 licitações e que em pelo menos 75% destas licitações aparecerem todos os elementos do grupo.

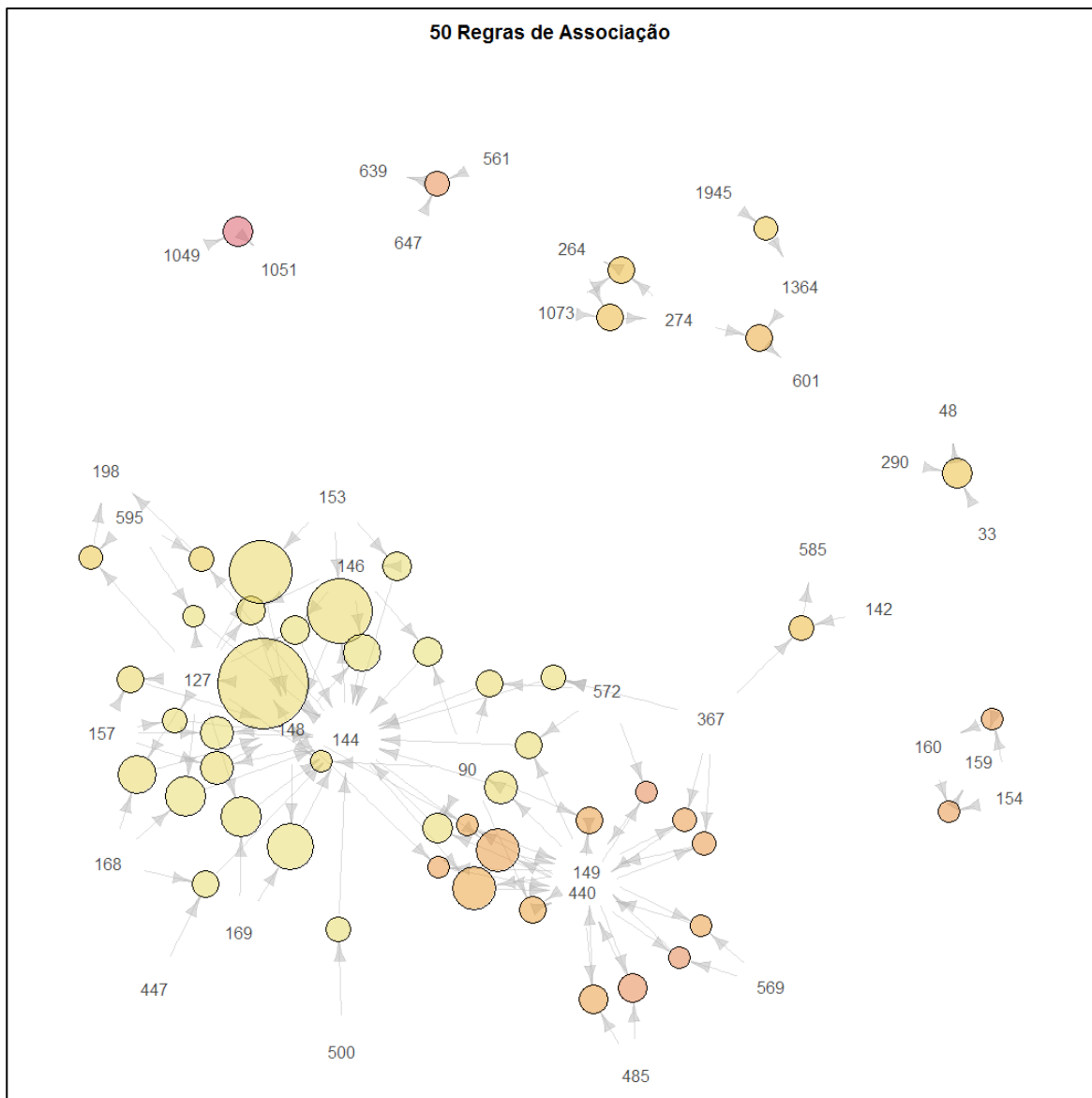


Figura 6.9– Grafos das regras de associação obtidas.

Com este critério foram estabelecidas 50 regras formadas por grupos de dois ou três elementos.

Após análise das regras de associação obteve-se os seguintes resultados:

- 50 regras de associação foram encontradas em 314 licitações.
- 38 empresas integraram estas regras de associação.
- 81 licitações foram vencidas por 19 empresas integrantes destas regras de associação.

A Figura 6.8 apresenta as 50 regras de associação encontradas conforme o grau de suporte e o grau de confiança. Observa-se na extremidade direita, por exemplo, uma regra com suporte 0,0035, indicando a participação conjunta das empresas em 59 licitações. Da mesma forma, observa-se na parte superior, duas regras com grau de confiança de 100%, indicando que uma determinada empresa só participou quando a outra estava presente.

A Figura 6.9 apresenta em forma de grafos a associação entre as empresas, representadas no gráfico pelo código de identificação da empresa. Pode-se perceber que algumas empresas participam de mais de uma associação.

A Figura 6.10 apresenta quais empresas estão associadas, indicando na parte superior as empresas que dão causa a participação da outra empresa mostrada na lateral direita do gráfico.

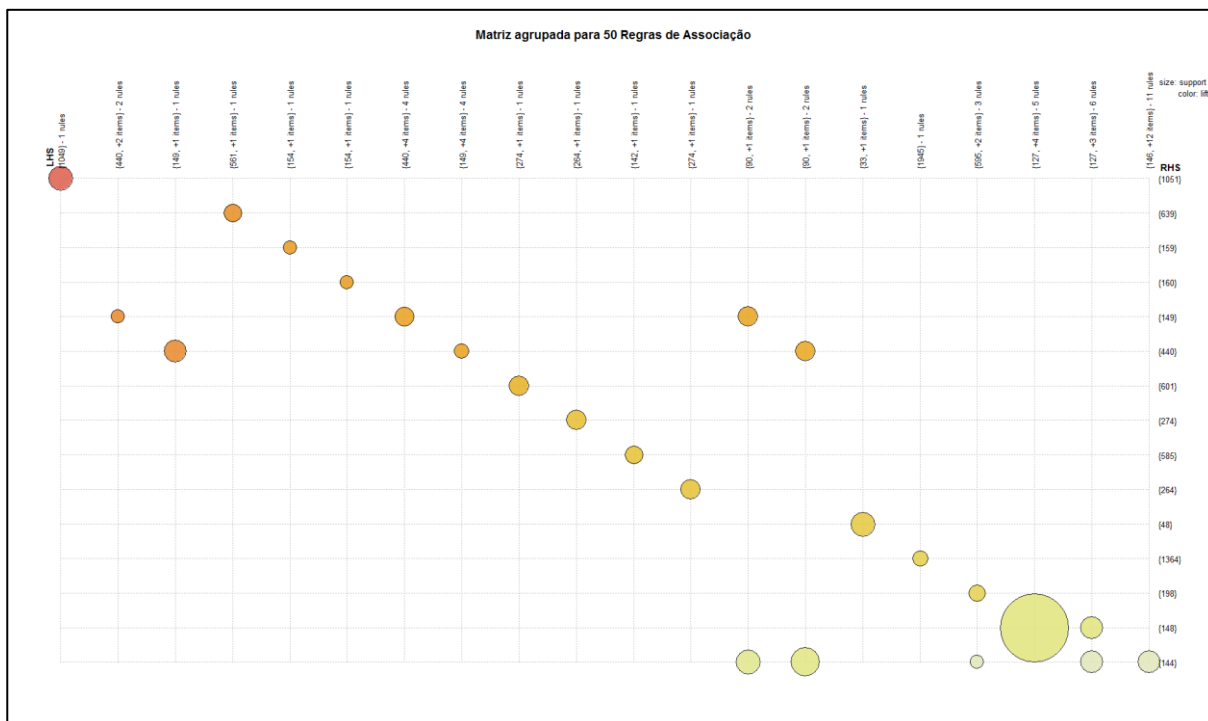


Figura 6.10– Matriz compreendendo a identificação das empresas relacionadas pelas principais regras de associação.

Após a análise das regras de associação, as empresas que participaram destas associações foram identificadas ao número da regra em que estavam associadas, a quantidade de associações das quais faziam parte e se venceram a licitação onde todos os elementos da associação estavam participando.

### 6.2.3.2. Propostas apresentadas

O número de participação de empresas em licitações de um determinado município e sua relação com o número de vitórias da empresa e com o número de licitações do município relacionado a objetos similares podem ser um indicativo da participação de cartéis.

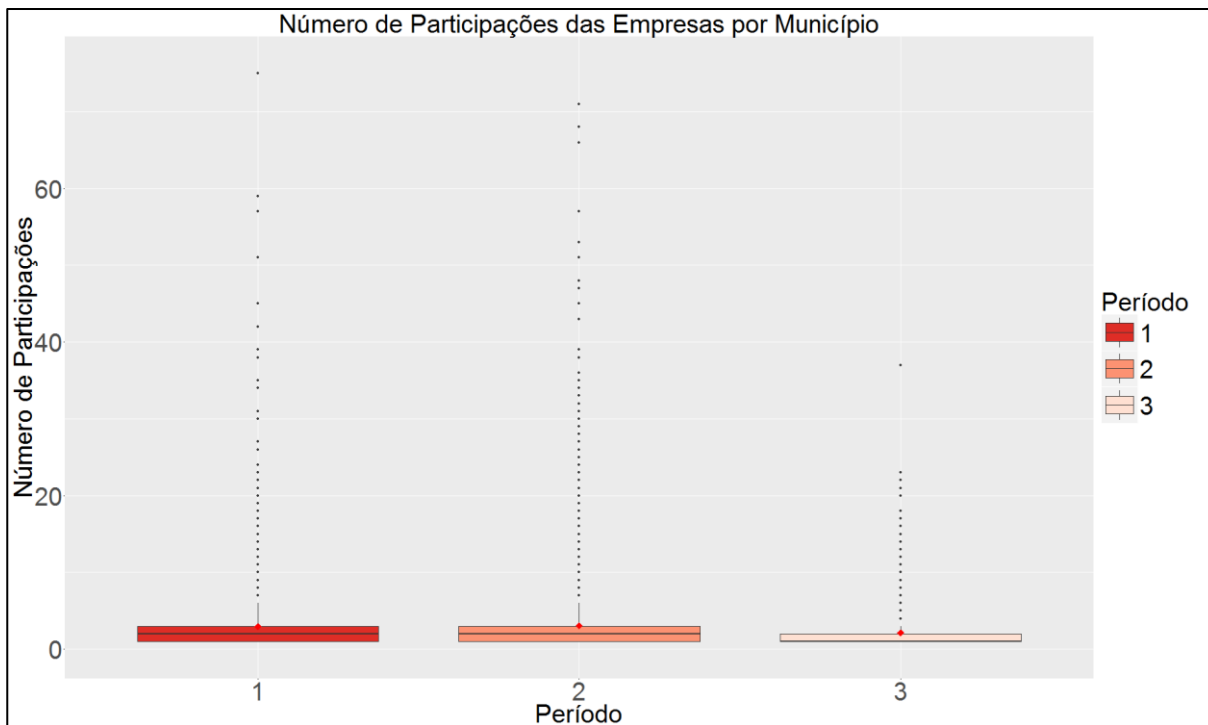


Figura 6.11– Distribuição do número de participantes de licitações de acordo com o período.

Pela Figura 6.11 pode-se perceber que a maioria das empresas apresentaram por município, por período, um máximo de três propostas. Assim, um número baixo de propostas apresentadas, isoladamente, não seria um indicativo de que a empresa faz parte de um cartel.

A Figura 6.12 mostra o número de participações das empresas em relação ao número de licitações realizadas pelo município.

Verificou-se a existência de uma tendência de aumento do número de participações das empresas com o aumento do número de licitações realizadas pelos municípios, todavia a correlação é muito fraca ( $R^2=0,047$ ).

Em seguida analisou-se a relação entre o número de vitórias e o número de participação das empresas (Figura 6.13). Percebeu-se, o alto número de empresas que nunca venceram licitações, e um alto número de empresas que venceram todas as licitações que participaram. Este número é formado principalmente por empresas que participaram e venceram uma ou duas licitações. Este número reduzido de participações com vitórias pode indicar a criação de uma empresa somente para participação de um único processo licitatório. Tal criação pode ser um consórcio, por exemplo.

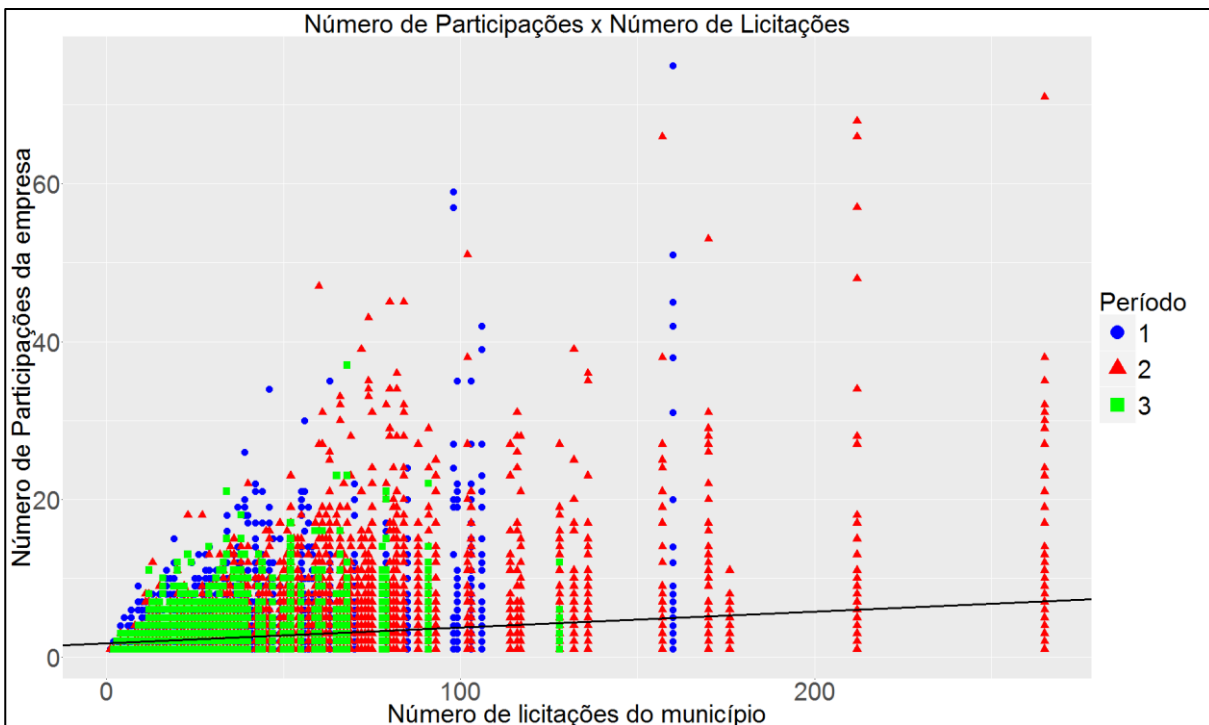


Figura 6.12– Número de participações das empresas de acordo com o número de licitações realizadas pelo município.

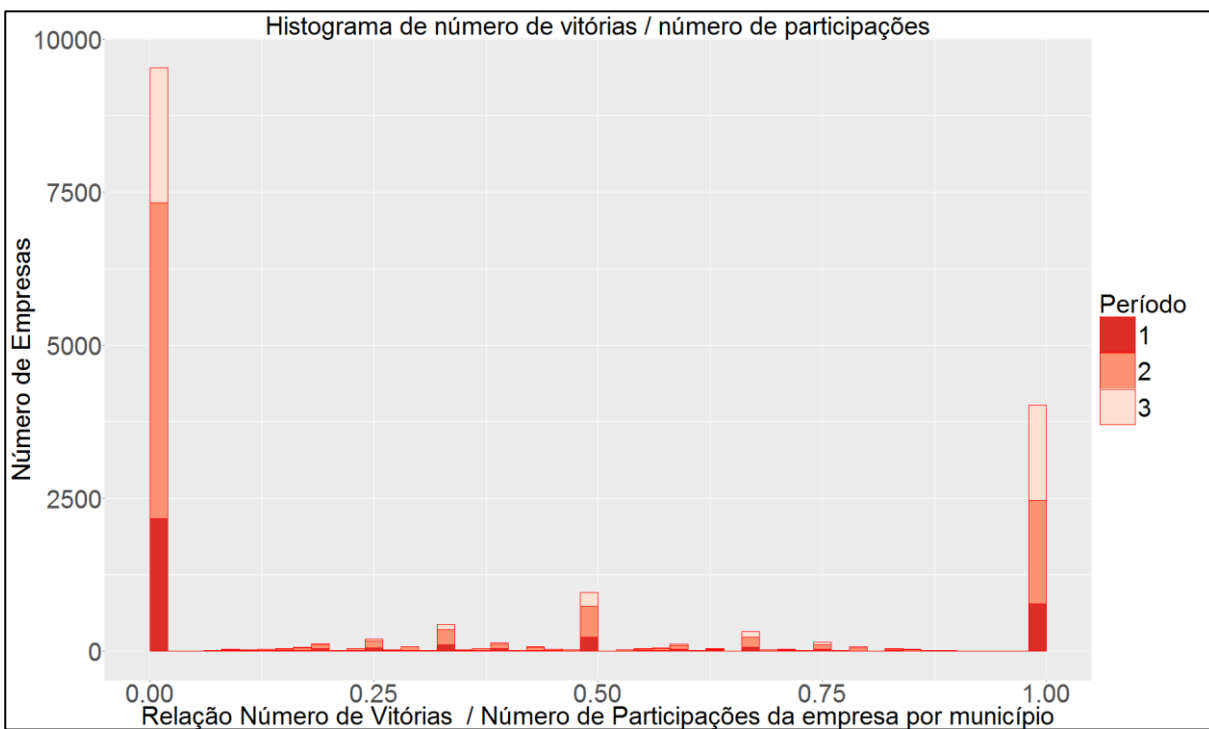


Figura 6.13– Número de participações de empresas em municípios de acordo com a relação entre o número de vitórias e o número de participações.

Conforme mostrado na Figura 6.14, a análise sobre o número de vitórias da empresa, em um determinado município em relação ao número de participações da empresa naquele município apresentou, no entanto, uma correlação mais consistente ( $R^2=0,589$ ). Desta forma procurou-se obter uma regressão linear e a partir da regressão realizou-se uma predição com 80% de confiança. As empresas cujo número de vitórias foi superior a faixa da predição foram marcadas com o indicador IAC4, onde foi atribuído o valor 1.

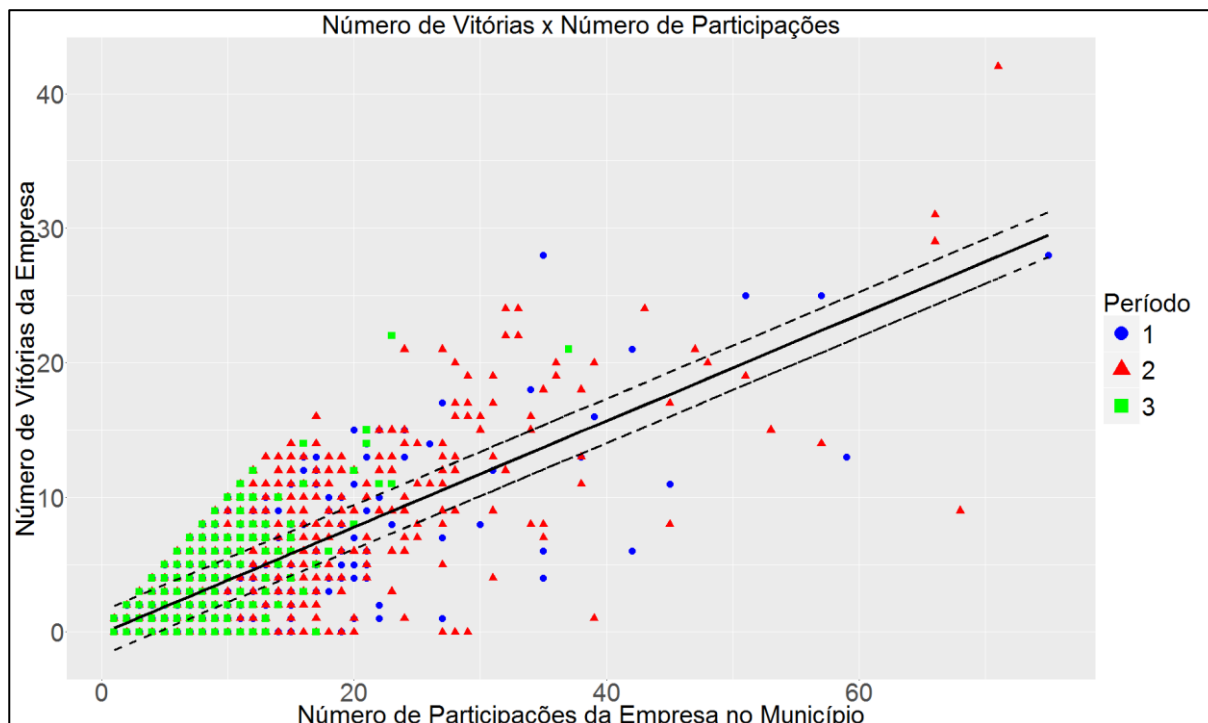


Figura 6.14– Regressão linear do número de vitórias da empresa no município em relação ao número de participações no município.

Em seguida foi analisada a relação entre o valor das vitórias da empresa e o valor das licitações que participou (Figura 6.15). A correlação obtida foi  $R^2 = 0,766$ .

Da mesma forma procurou-se obter uma regressão linear e a partir da regressão realizou-se uma predição com 80% de confiança. As empresas cujo valor das vitórias foi superior a faixa da predição foram marcadas com o indicador IAC5, onde foi atribuído o valor 1.

Assim, das 17.052 participações de cada empresa em cada município, 1.054 foram marcadas com o indicador IAC4 e 108 com o indicador IAC5.



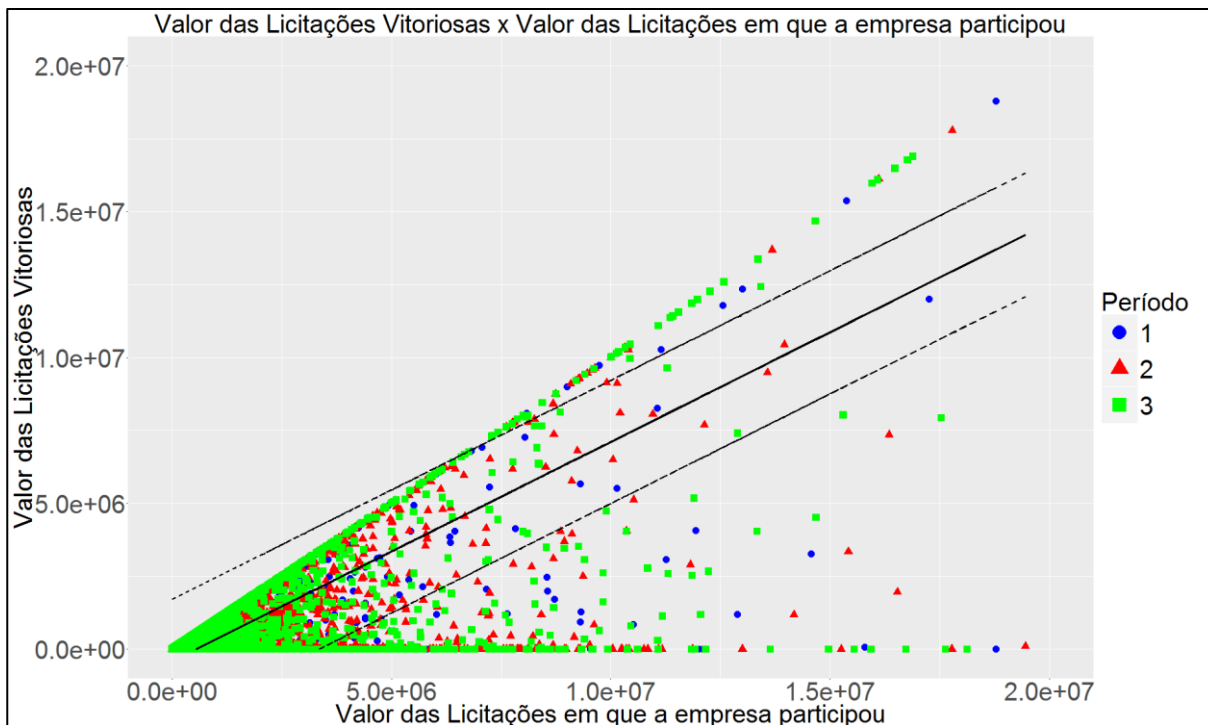


Figura 6.15– Regressão linear do valor do número de vitórias da empresa no município em relação ao valor do número de participações no município.

A análise seguinte foi referente às empresas que participaram mas nunca venceram licitações no município, em um determinado período. A ausência de propostas vencedoras pode indicar que a empresa atua somente para cobrir a proposta de outras empresas participantes do cartel.

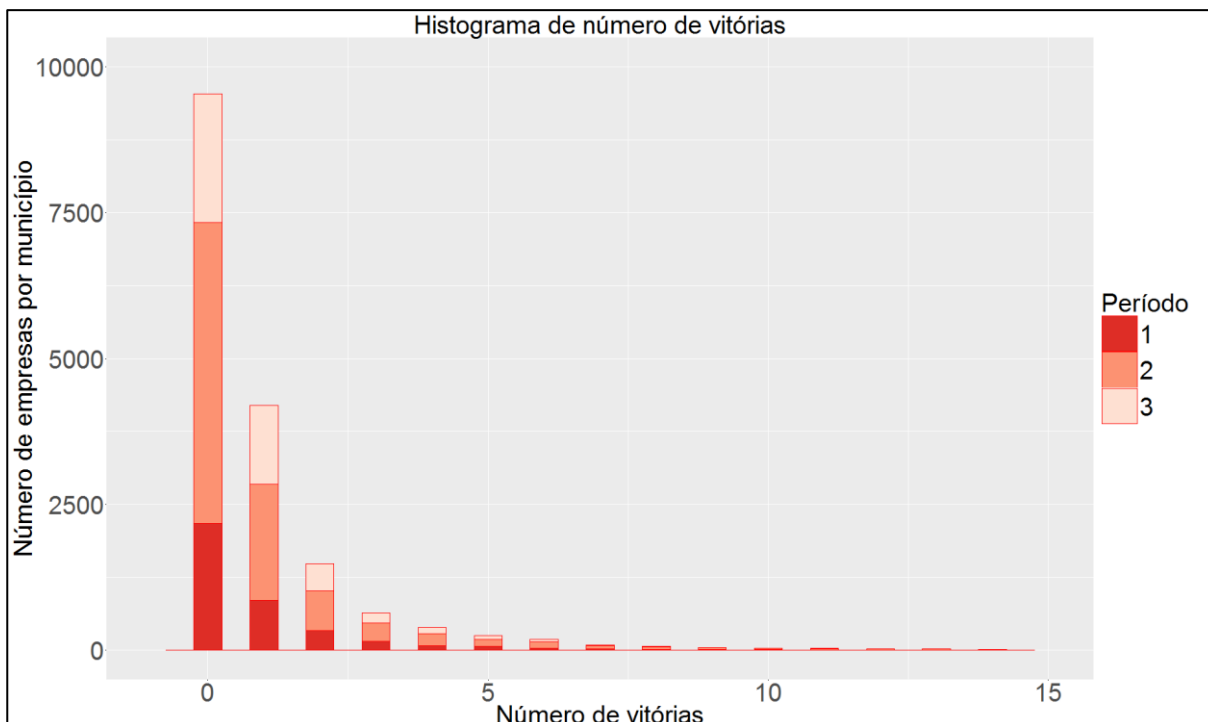


Figura 6.16– Número de vitórias das empresas em municípios em cada período analisado.

Foram encontradas 9.537 participações de empresas em municípios que nunca venceram licitações (Figura 6.16).

Em seguida relacionou-se apenas as que participaram de 5 ou mais vezes sem nunca ter vencido e marcou-se estas participações de empresa no município com o indicador ILP1, onde foi atribuído o valor 1. Ressalta-se que das 17.052 participações de cada empresa em cada município, 600 encontravam-se nesta situação. A Figura 6.17 mostra a distribuição do número de participações das empresas que nunca venceram licitações em determinado município.

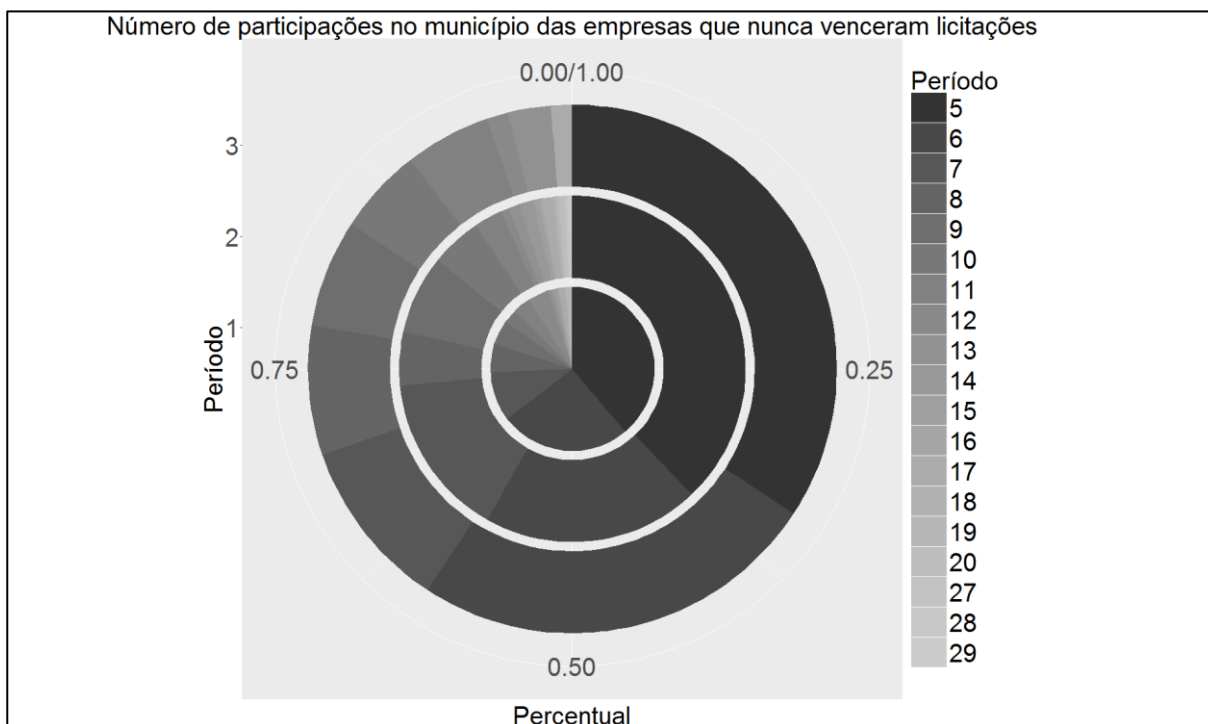


Figura 6.17– Percentual das empresas que participaram mais de 5 vezes no município, e nunca venceram, de acordo com o número de participações.

Após a análise da participação das empresas individualmente por município, passou-se a análise do comportamento geral das empresas em relação a todos os municípios. Foram observadas a participação de 4.111 empresas diferentes nos três períodos.

Um fator interessante de ser observado é a quantidade de municípios para qual a empresa apresenta propostas. A Figura 6.18 apresenta o número de municípios com propostas apresentadas por cada empresa por período.

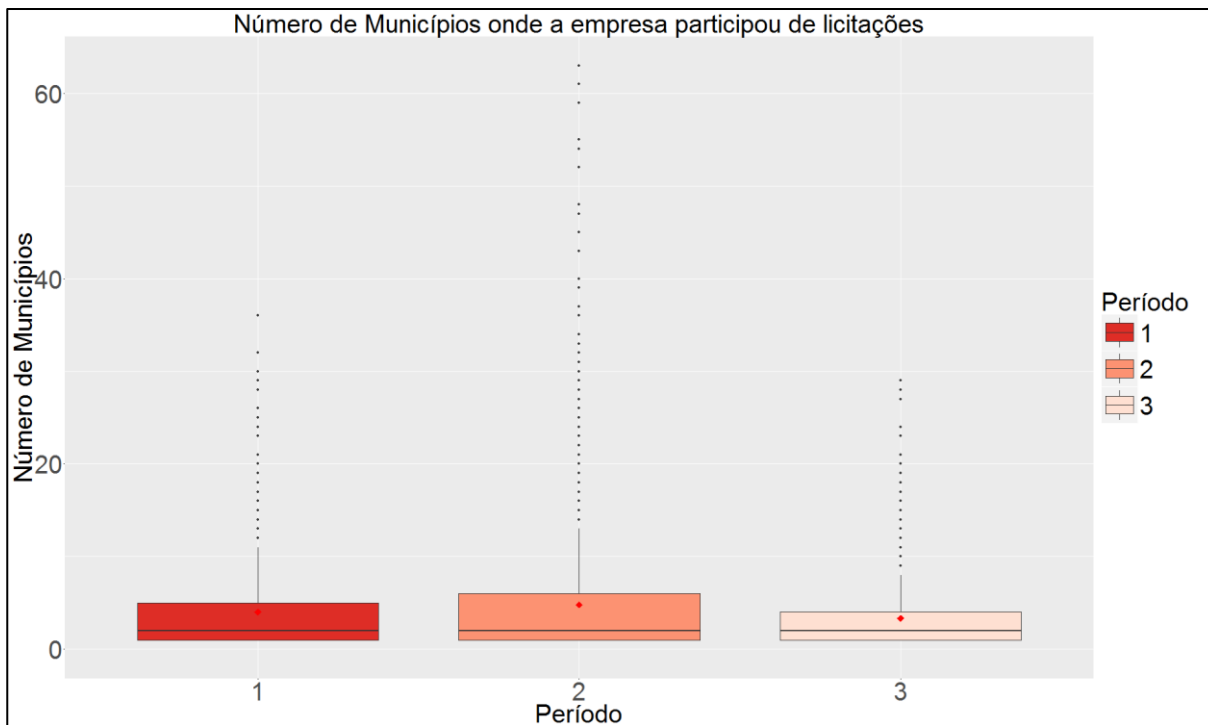


Figura 6.18– Distribuição do número de municípios com participações das empresas em diferentes períodos.

Pela Figura 6.18 observa-se que a maioria das empresas participam de licitações em no máximo cinco municípios. Da mesma forma, um baixo número de participação em diferentes municípios não seria, isoladamente, um indicador de participação de cartel.

Buscou-se, então, verificar a taxa de participação da empresa no universo de licitações em que poderia ter participado. Para esta análise estudou-se em quais municípios, por período, a empresa costumava apresentar propostas relacionadas ao objeto, no caso, obras de engenharia. Em seguida calculou-se a quantidade de licitações relacionadas a obras de engenharia naquele período, nos municípios onde a empresa apresentou proposta. Por fim, calculou-se a relação entre o número total de propostas apresentadas pela empresa em determinado período e o número de licitações que ocorreram no mesmo período, relacionadas ao mesmo objeto, nos municípios onde a empresa apresentou proposta.

Com base nos dados foi gerado o histograma mostrado na Figura 6.19.

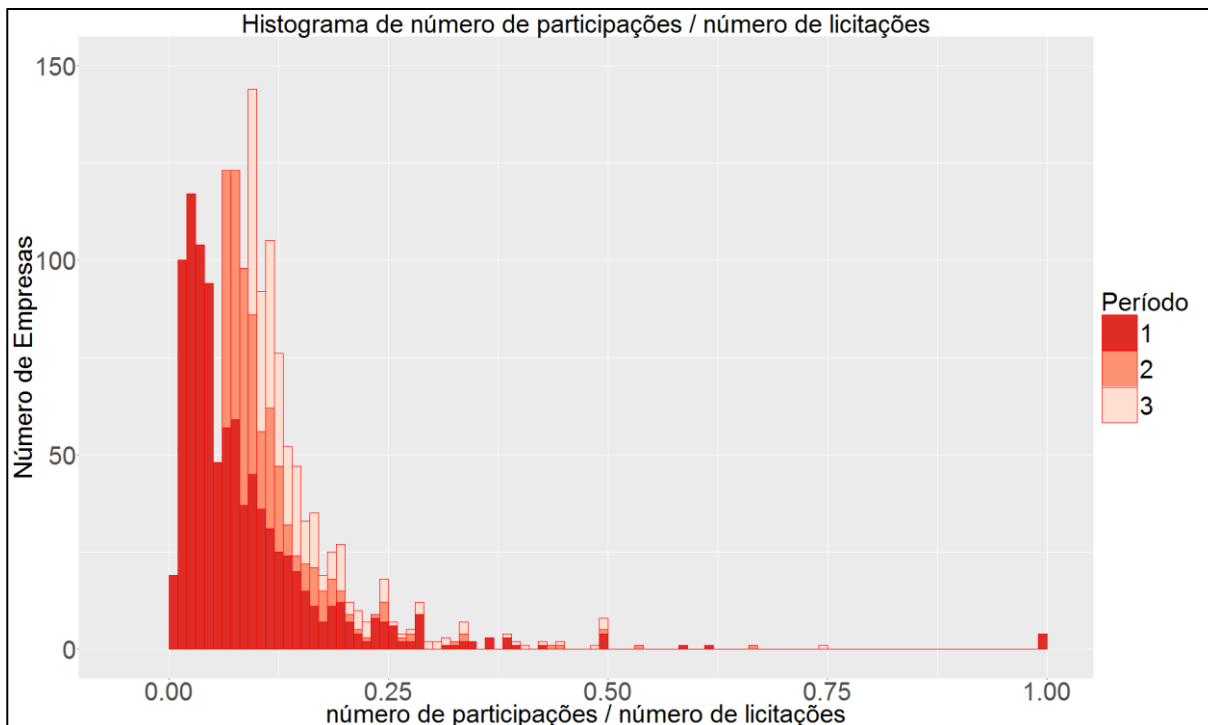


Figura 6.19– Histograma da relação entre o número de participações das empresas e o número de licitações do município.

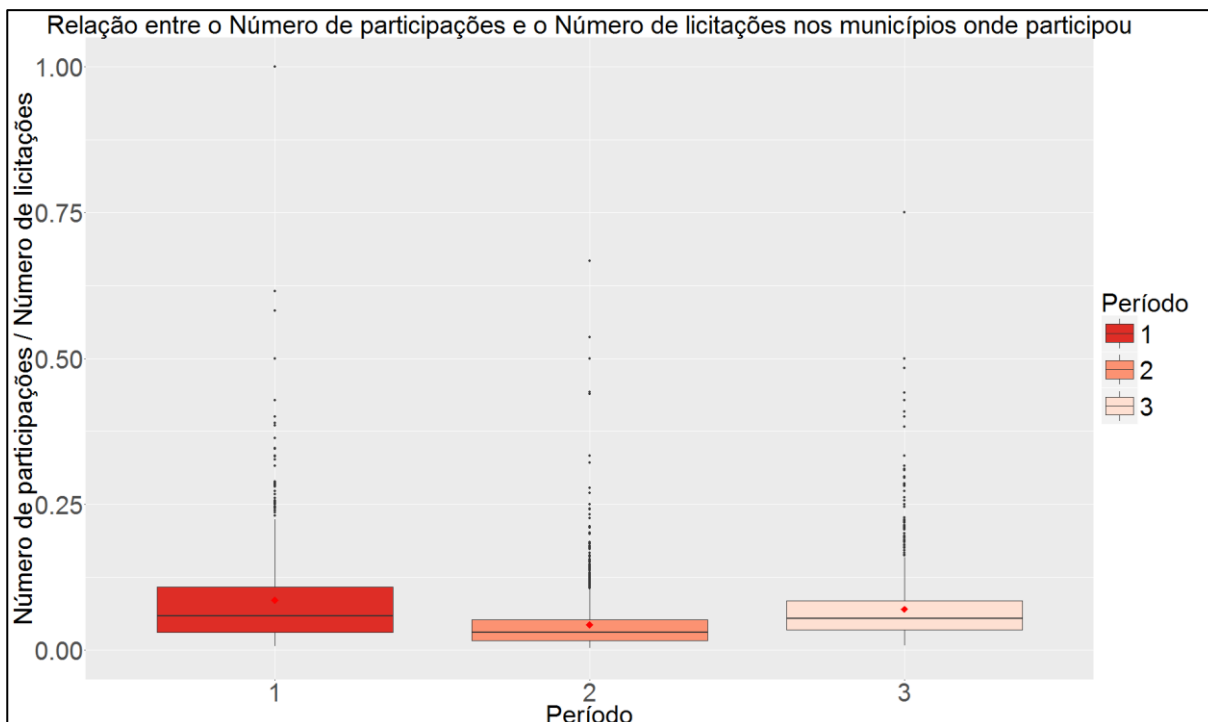


Figura 6.20– Distribuição da relação entre o número de participações das empresas e o número de licitações dos municípios onde participou em cada período.

Conforme a Figura 6.20, a análise em todos os períodos indicou uma média de participação de 6%. Observando-se que no primeiro período a média foi de 8%, no segundo período de 4% e no terceiro período 7%.

Assim, um percentual muito inferior a esta média de cada empresa em um determinado município, onde a empresa já tenha participado de outras licitações no mesmo período, pode indicar sua abstenção proposital para beneficiar outra empresa participante do cartel. Da mesma forma um percentual muito superior pode indicar algum tipo de favorecimento.

Realizou-se, então, a comparação entre a relação das participações de cada empresa em cada município e comparou-se com a média de participação geral de cada empresa.

Verificou-se uma correlação  $R^2$  de 0,269 entre a média de participação da empresa por município e a média de participação geral. A partir de uma regressão linear e um nível de confiança de 80%, relacionou-se as participações de empresas nos municípios que se situavam abaixo da margem inferior e marcou-se com o indicador IAC2, atribuindo-se o valor 1. A Figura 6.21 representa a regressão linear realizada.

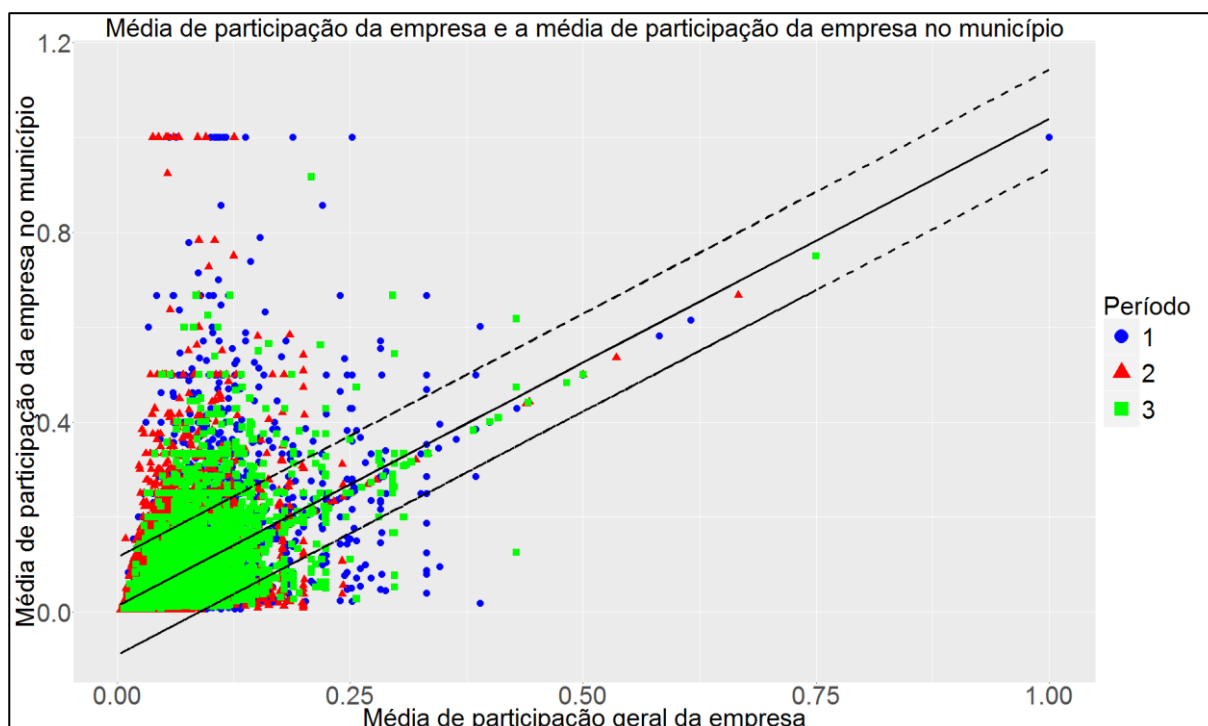


Figura 6.21– Média de participação da empresa pelo número de licitações no município em relação a sua média geral de participações.

Da mesma forma analisou-se a participação das empresas nos municípios considerando a média das propostas vencedoras no município em relação às propostas apresentadas e a média geral da empresa em todos os municípios em que participou (Figura 6.22). As participações das empresas cuja média de vitórias no município foi superior a margem superior da regressão linear ( $R^2=0,428$ ) com confiança de 80% foram identificadas com o indicador ICP1, sendo atribuído o valor 1.



Figura 6.22– Média de vitórias da empresa pelo número de participações no município em relação a sua média geral de vitórias.

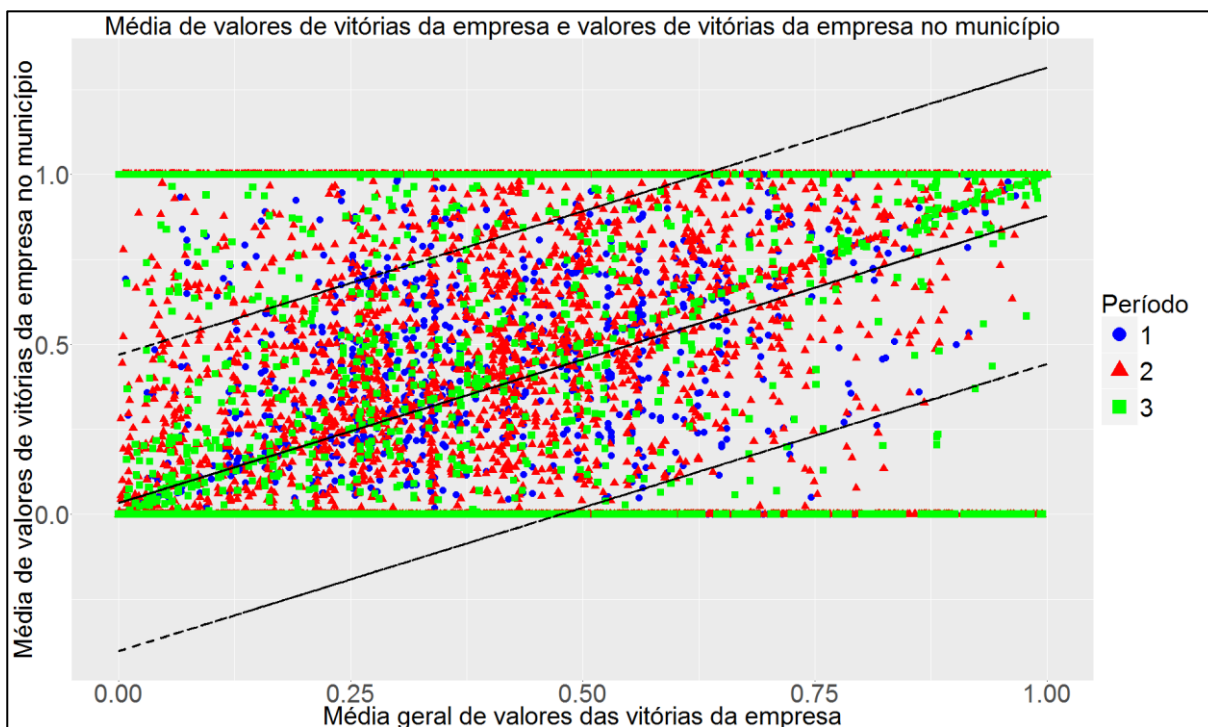


Figura 6.23– Média do valor das vitórias da empresa pelo valor das participações no município em relação a sua média geral do valor das vitórias.

Foi também realizada a mesma comparação considerando os valores das propostas no lugar do número de propostas e obteve-se uma regressão linear com coeficiente  $R^2 = 0,377$  (Figura 6.23). As participações superiores a faixa de predição da regressão linear foram identificadas com o indicador ICP2, sendo atribuído o valor 1.

Não foi possível a obtenção de informações sobre a participação de consórcios, o que impediu o cálculo dos indicadores PC1 e PC2.

#### 6.2.4. Municípios

Os dados utilizados foram obtidos do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará e compreendem informações de 184 municípios que foram divididos neste estudo em três períodos, conforme descrito anteriormente. Esta divisão levou a criação de um *dataframe* com 501 observações. Após a análise do objeto, da licitação e das empresas, passou-se a análise dos municípios que realizaram licitações. O objetivo dessa análise é perceber um comportamento do município voltado a permissão de participação de cartéis.

##### 6.2.4.1. Número de licitações

Inicialmente verificou-se a quantidade de licitações relacionadas a obras de engenharia realizadas pelos municípios entre janeiro de 2007 e dezembro de 2015 (Figura 6.24). Percebeu-se a mediana de 21 licitações por município em todo o período analisado, tendo 50% dos municípios realizado entre 12 e 30 licitações (Figura 6.25).

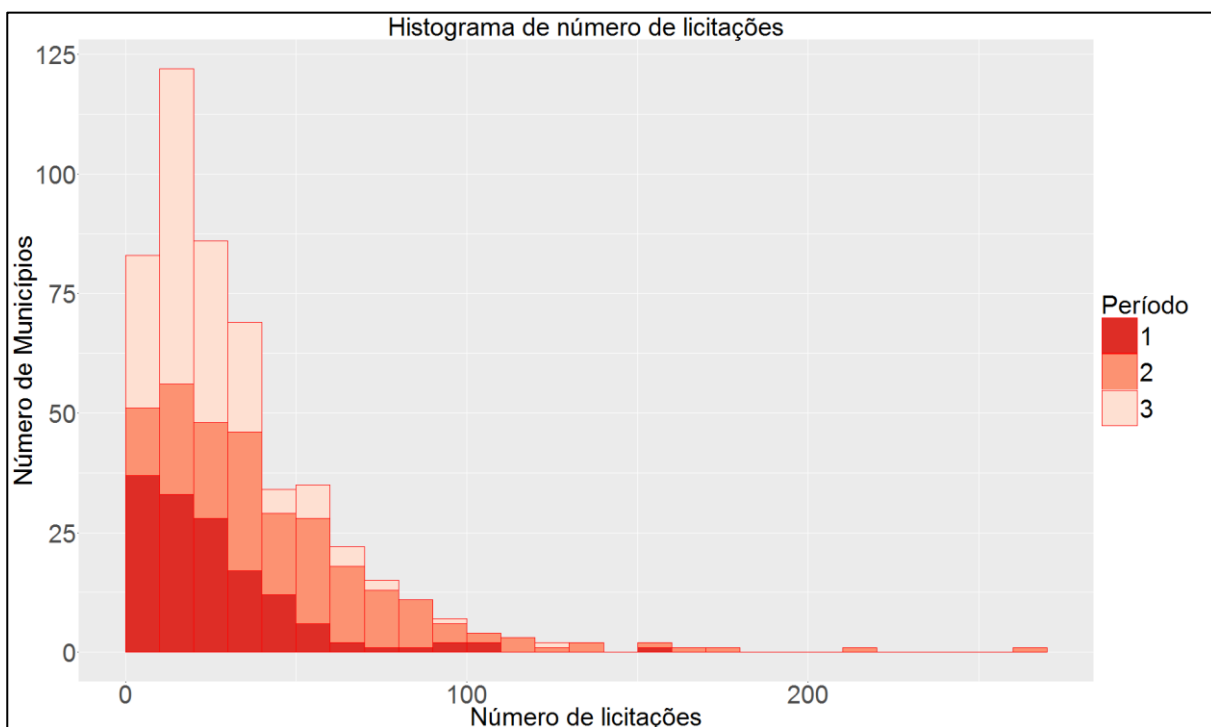


Figura 6.24– Histograma do número de licitações por município por período.

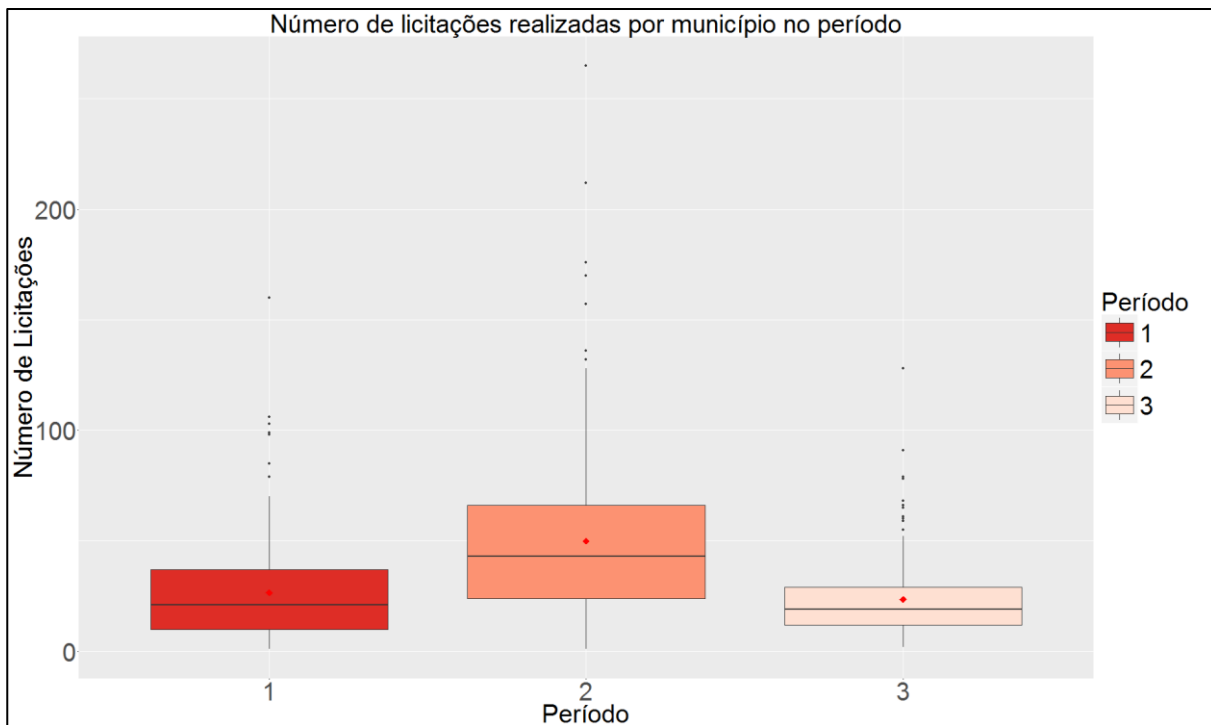


Figura 6.25– Distribuição do número de licitações por município por período.

#### 6.2.4.2. Número de empresas participantes

A próxima análise realizada foi sobre o número de empresas que participaram de licitação de obras de engenharia em cada município em um mesmo período.



Figura 6.26– Distribuição do número de empresas participantes por município por período.



Conforme observado, 50% dos municípios no período 2, por exemplo, contaram com a participação média de 49 empresas para obras de engenharia (Figura 6.26).

Verificou-se então a existência de correlação entre o número de empresas que participam de licitações nos municípios e o número de licitações do município. A regressão linear apresentou uma forte correlação com  $R^2 = 0,651$ . Um baixo número de participantes poderia indicar um desestímulo do município a competitividade. Assim considerou-se utilizar um indicador para os municípios que no período apresentaram número inferior a margem de confiança de predição de 80%, conforme a Figura 6.27. Na análise realizadas, foram encontrados 29 municípios em diferentes períodos com número de participantes abaixo da margem.

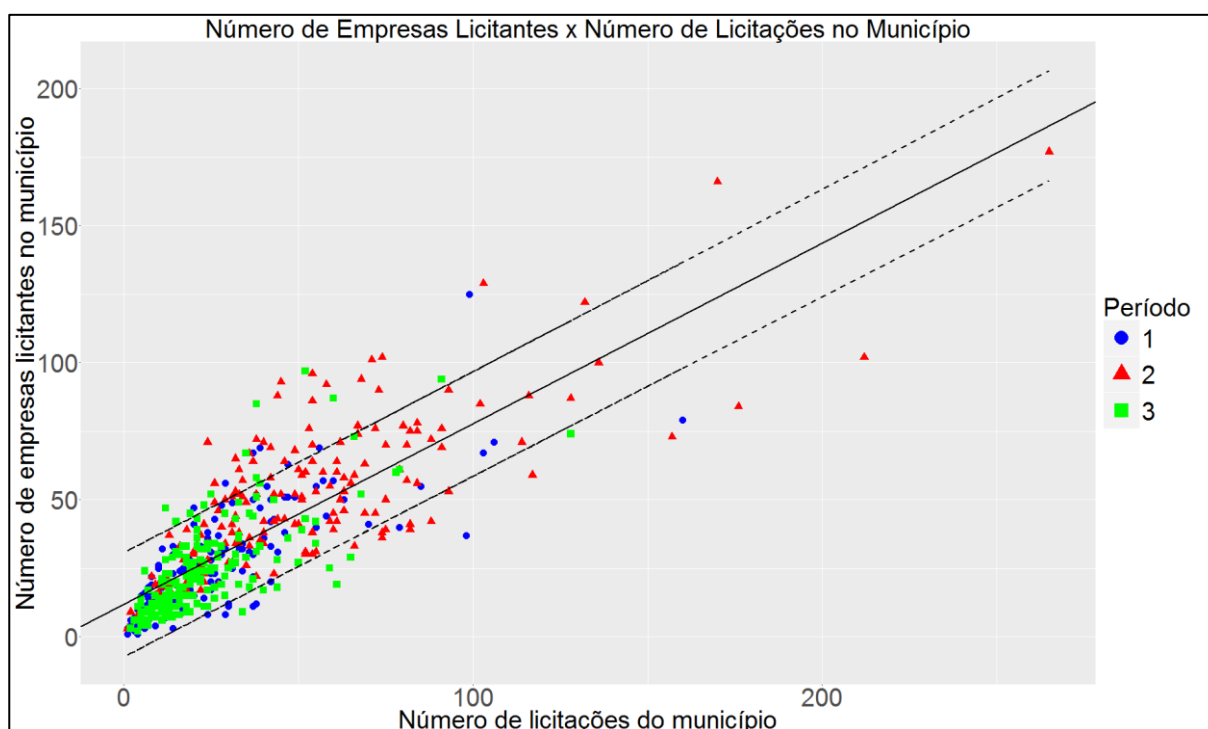


Figura 6.27– Número de participantes em relação ao número de licitações realizadas pelo município no período.

#### 6.2.4.3. Número de empresas vencedoras

Quanto ao número de empresas que venceram licitações de obras de engenharia nos municípios em todos os períodos analisados, obtém-se, por exemplo, que o número de empresas vencedoras em 50 % dos municípios para o período 2 varia de 13 a 26, conforme mostrado na Figura 6.28.

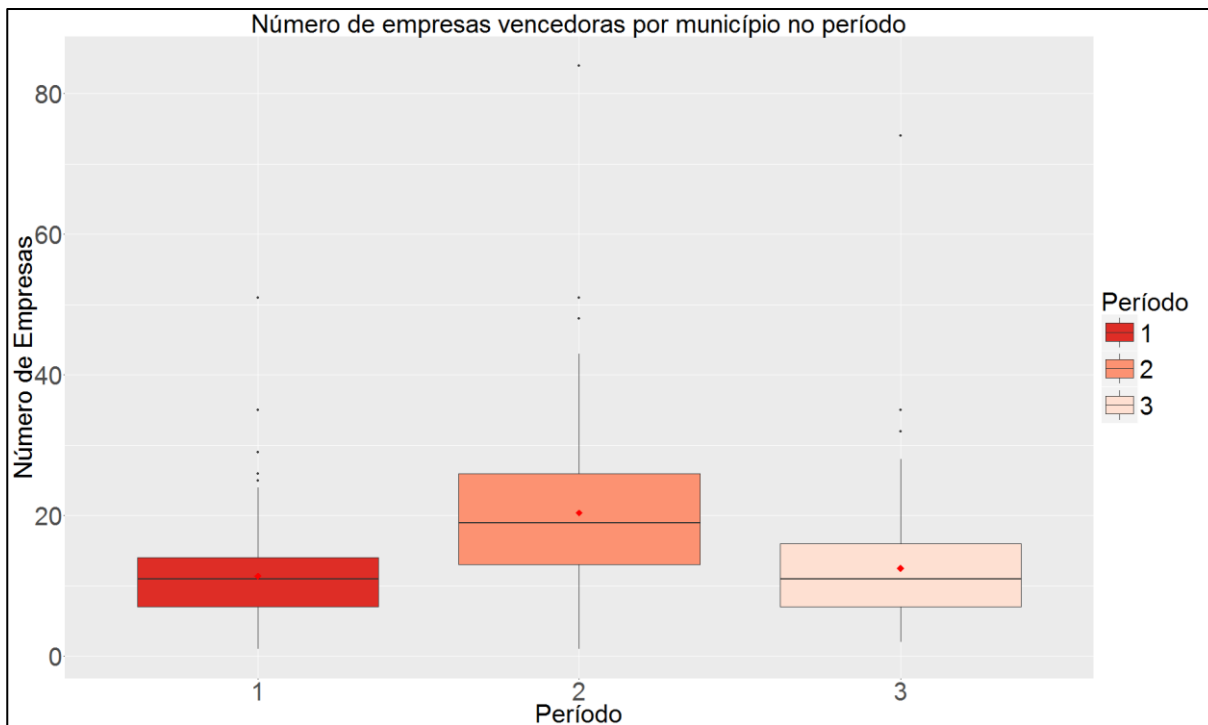


Figura 6.28– Distribuição do número de empresas vencedoras por município por período.

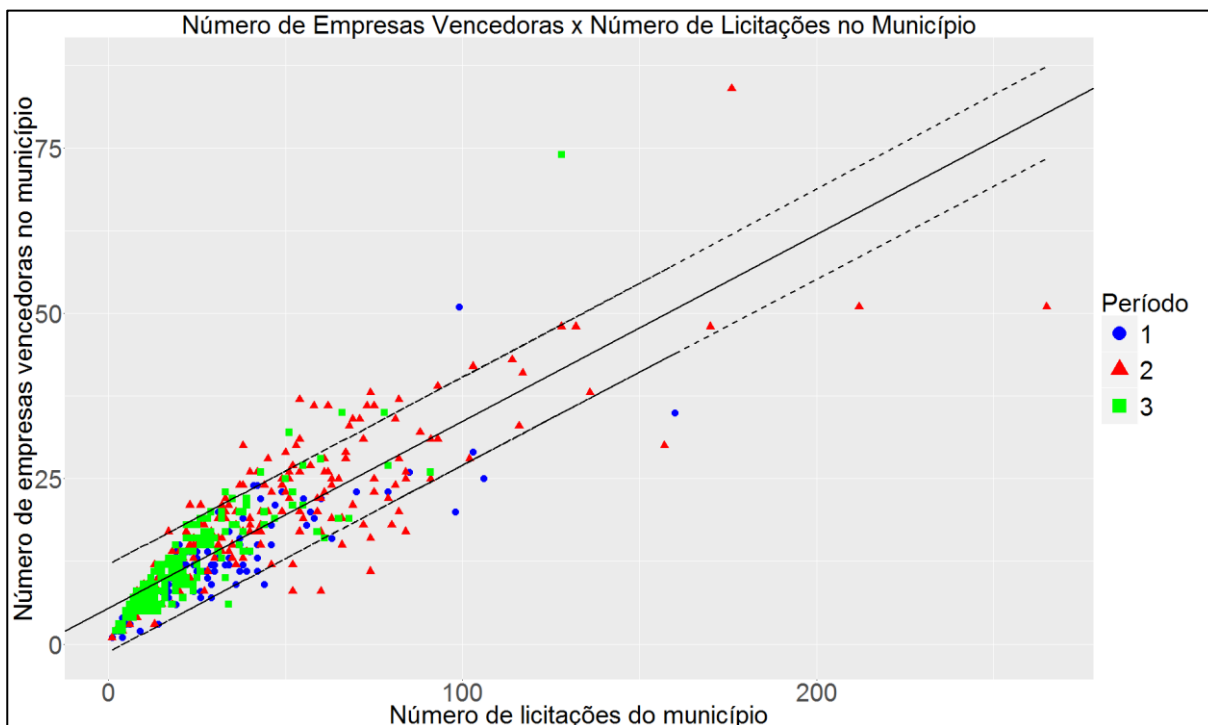


Figura 6.29– Número de vencedores de licitações por município e o número de licitações realizadas por município por período.

Percebe-se que o formato da distribuição do número de empresas vencedoras por município guarda certa semelhança com a distribuição do número de empresas participantes por município e com o número de licitações realizadas por município. Foi realizada também a verificação para a correlação entre o número de vencedores e o número de licitações ( $R^2 = 0,738$ ). Na análise

foram encontrados 20 municípios em diferentes períodos abaixo da margem de predição com confiança de 80% para a regressão linear encontrada (Figura 6.29). Estas observações foram marcadas com o indicador IAC6.

### 6.2.5. Empresa x Município

Conforme visto na seção anterior, outra informação interessante, além do número de empresas participantes e vencedoras das licitações, é a forma de distribuição dos contratos entre as empresas vencedoras.

Para esta análise procurou-se segmentar as informações nos períodos de legislatura de cada prefeito. Tal segmentação possibilita verificar uma mudança no percentual de um período para outro, o que poderia indicar um favorecimento, bem como uma comparação entre diferentes municípios no mesmo período.

#### 6.2.5.1. Percentual de mercado da maior empresa do município

Foi analisado o percentual de valores de propostas vencedoras, da empresa com maior valor acumulado de contratos do município, em relação ao total de licitações do município, em cada período. Eliminaram-se da análise os municípios que no período realizaram apenas uma licitação. O resultado está apresentado na Figura 6.30.

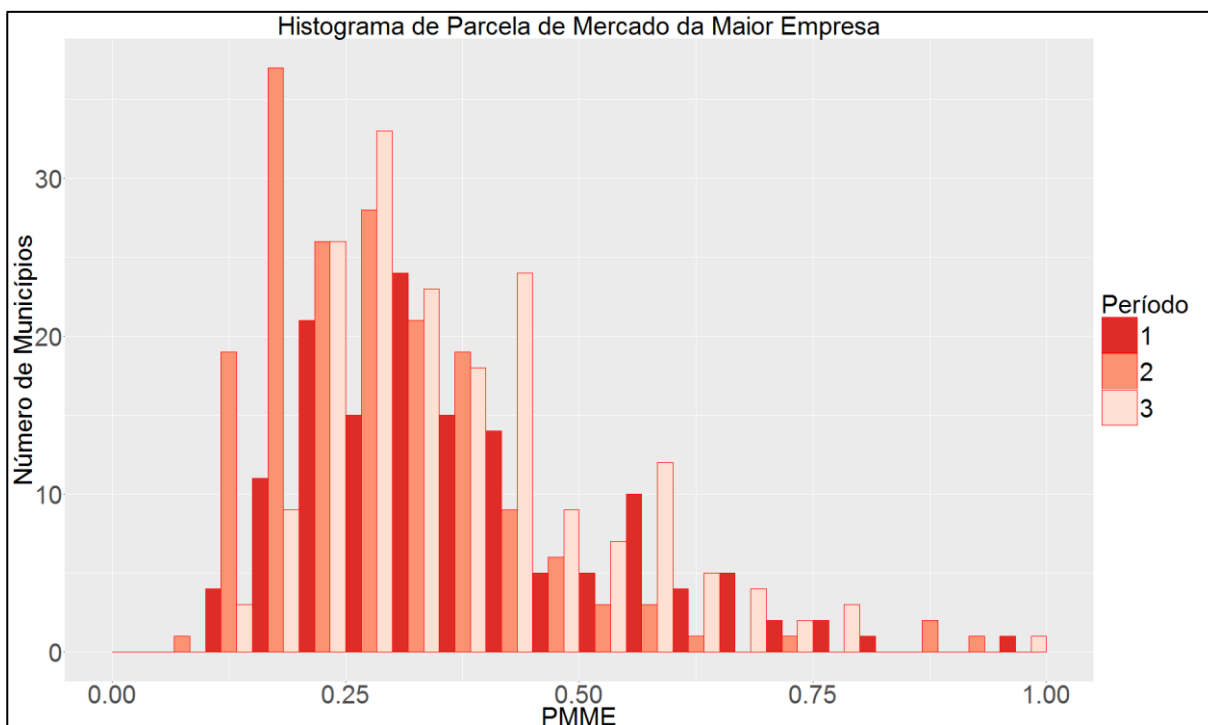


Figura 6.30– Distribuição da maior parcela de mercado do município por período.

Passou-se em seguida a verificação da correlação entre o Percentual de Mercado da Maior Empresa (PMME) e o número de licitações realizadas pelos municípios. O maior coeficiente

R<sup>2</sup> foi obtido para uma regressão linear com transformação logarítmica, correspondente a 0,332. Acima da faixa foram encontradas 62 observações (Figura 6.31).

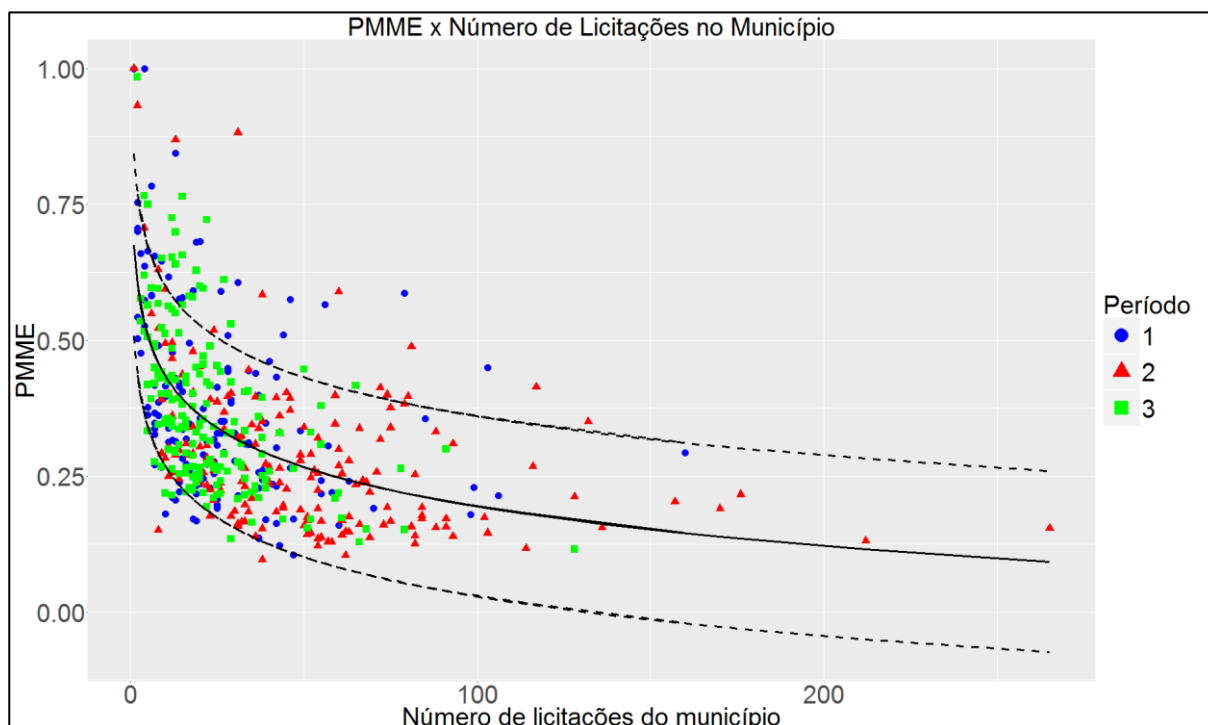


Figura 6.31– Regressão linear com transformação logarítmica da PMME em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período.

### 6.2.5.2. Percentual de mercado das duas maiores empresas do município

Analisou-se também a parcela de mercado das duas maiores empresas (Figura 6.32).

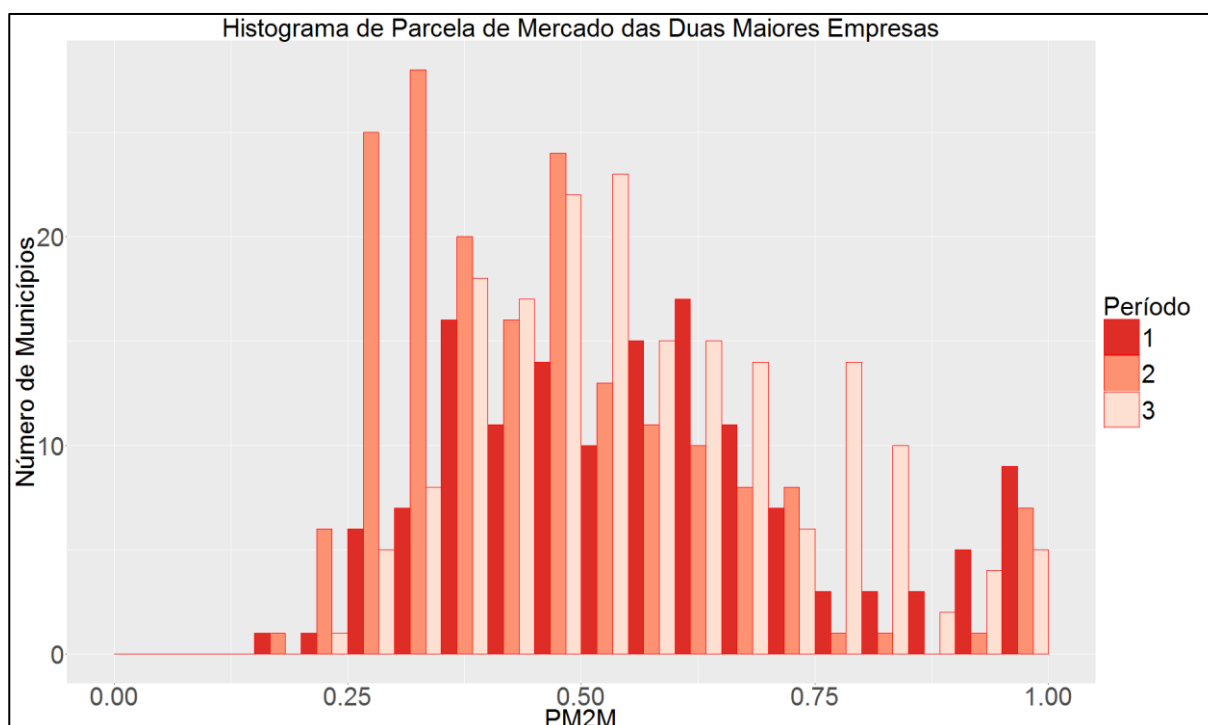


Figura 6.32– Distribuição das duas maiores parcelas de mercado do município por período.

Percebeu-se um aumento da correlação para  $R^2 = 0,52$ . Nesta análise 59 observações situaram-se acima da faixa (Figura 6.33).

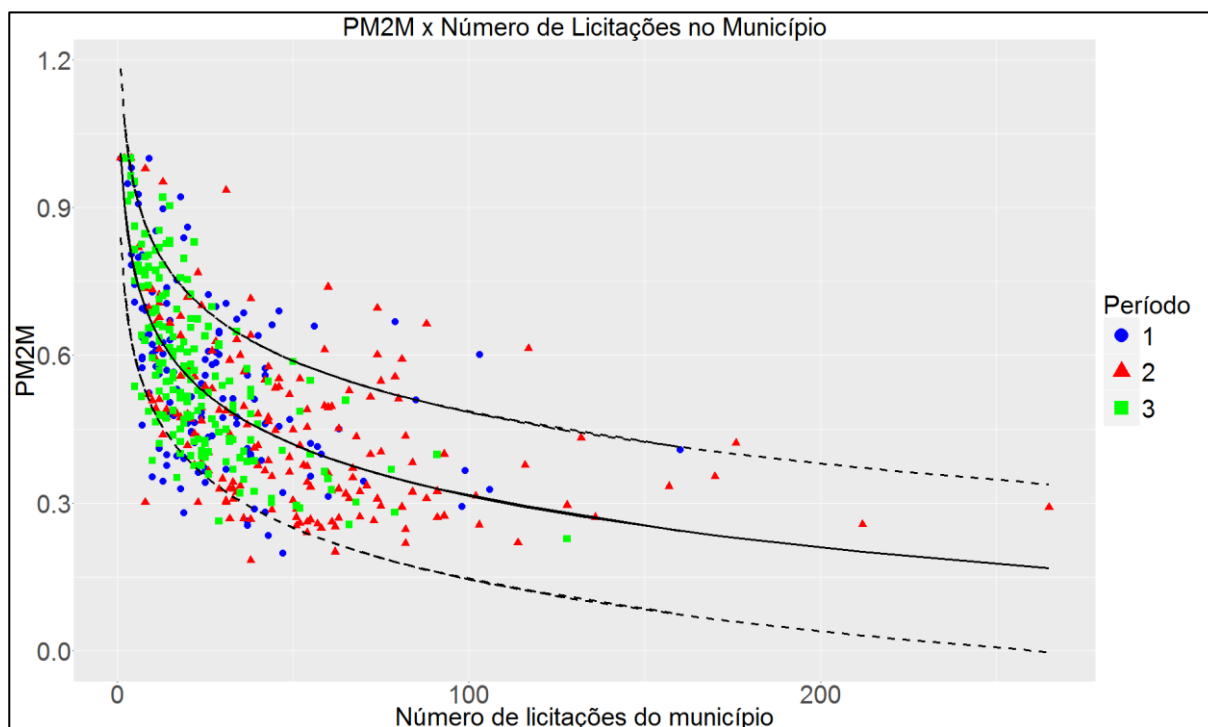


Figura 6.33– Regressão linear com transformação logarítmica da PM2E em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período.

### 6.2.5.3. Índice Herfindahl-Hirschman (IHH)

Este índice é uma medida estatística para análise da concentração do mercado. É calculado a partir da soma dos quadrados da parcela de mercado de cada empresa. Nos dados das licitações obtidos calculou-se a parcela de mercado de cada empresa em um determinado município a partir da soma de suas propostas vencedoras em relação ao total de licitações do município no mesmo período. A Figura 6.34 mostra o histograma do IHH dos municípios em cada período.

Passou-se em seguida a verificação da correlação entre o Índice Herfindahl-Hirschman e o número de licitações realizadas pelos municípios. O maior coeficiente  $R^2$  foi obtido para uma regressão linear com transformação logarítmica, correspondente a 0,522. Acima da faixa foram encontradas 48 observações (Figura 6.35).

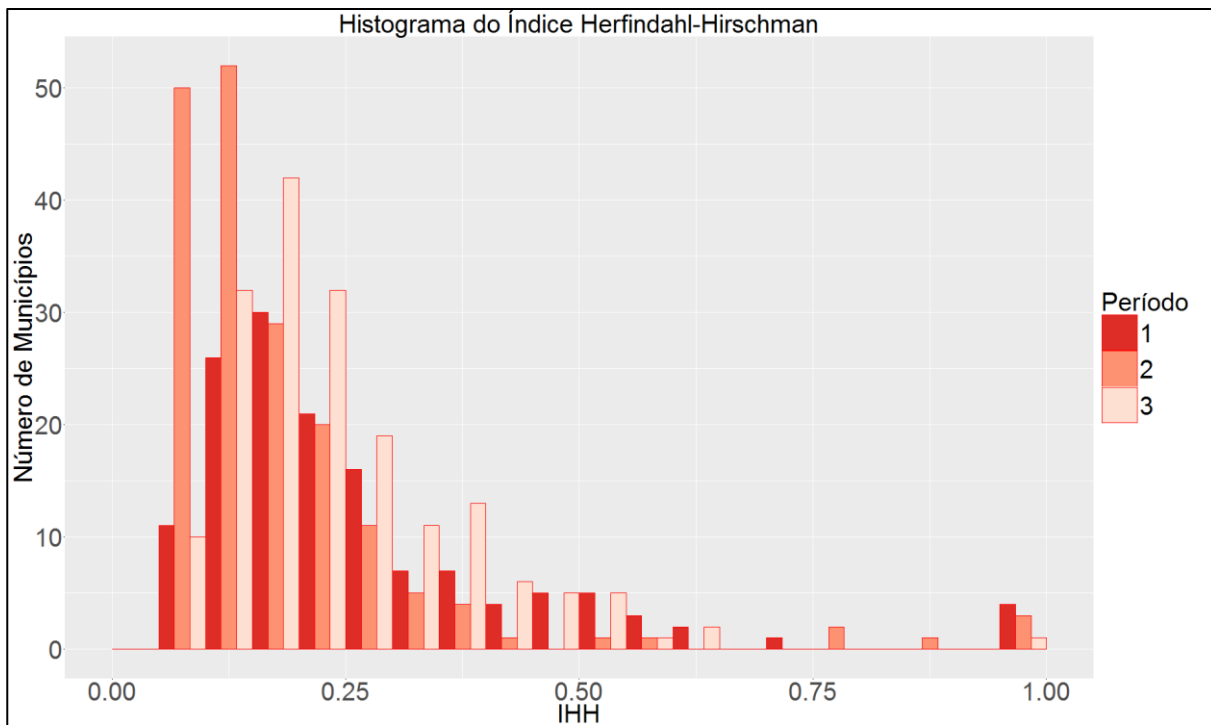


Figura 6.34– Distribuição do IHH do município por período.

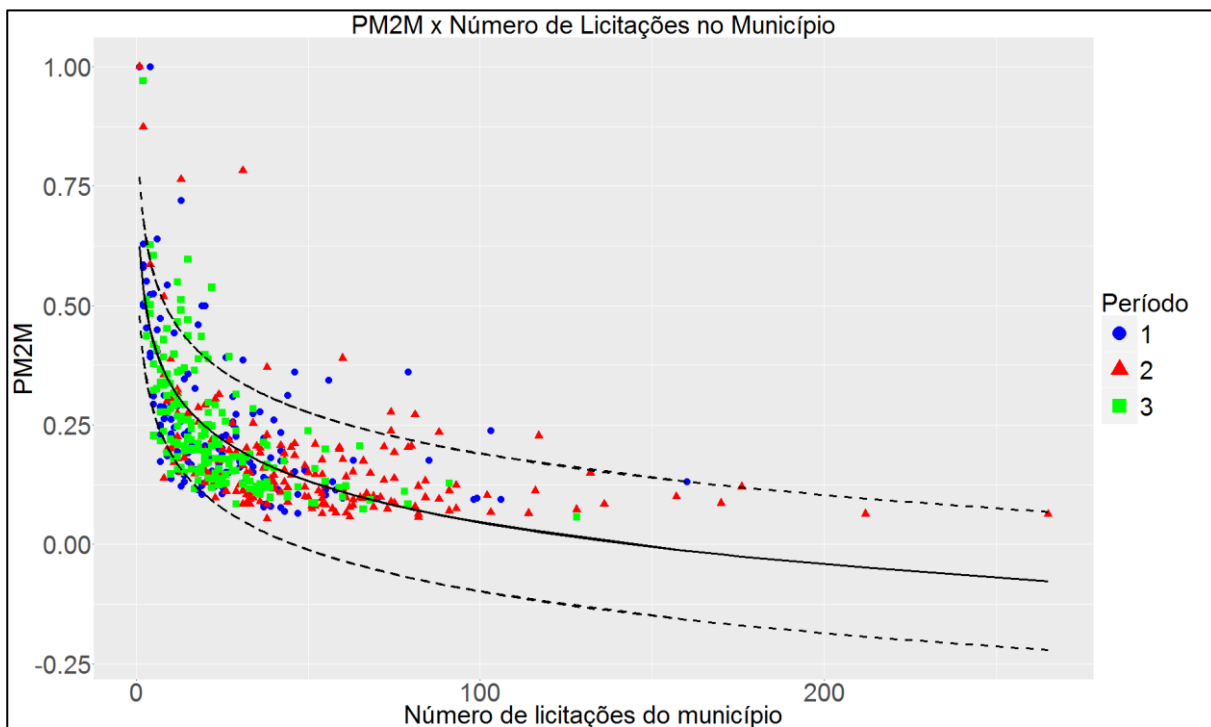


Figura 6.35– Regressão linear com transformação logarítmica do IHH em relação ao número de licitações realizadas pelo município por período.

Percebeu-se na análise que não existia uma concentração geográfica dos municípios com maiores taxas de PMME, PM2M e IHH. A Figura 6.36 apresenta a distribuição das taxas de IHH de acordo com os municípios para o período 2.

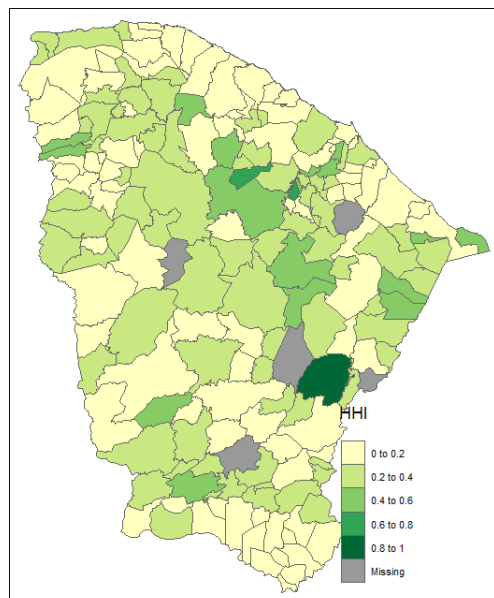


Figura 6.36– Distribuição geográfica do IHH dos municípios.

### 6.3. Indicadores obtidos

Conforme a metodologia proposta para obtenção dos indicadores, descrita no capítulo 5, procurou-se elaborar cinco *dataframes* compreendendo os indicadores relacionados aos participantes por licitação, às licitações, ao comportamento geral dos participantes, a forma de atuação dos participantes em cada município e aos municípios.

O primeiro *dataframe* denominado “Participantes das Licitações”, com 47.584 observações, compreendeu os participantes de cada licitação e os indicadores correspondentes às regras de associação (Tabela 6.10).

Tabela 6.10– Participantes das Licitações

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
periodo	intervalo do tempo
municipio	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de atuação do processo
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
cnpj	CNPJ do participante
nomeparticipante	nome do participante
cnpjvenc	CNPJ da empresa vencedora
index	número correspondente a licitação
qtd regras	quantidade de regras de associação da licitação
cartel	lista com os números das regras de associação da qual a empresa faz parte
NUMASSOC	quantidade de regras de associação da qual a empresa faz parte
IVITCART	indica se foi vencedor quando participou em associações

O segundo *dataframe* denominado “Licitações”, compreendeu informações de 16.981 licitações contemplando as informações descritas na Tabela 6.11.

Tabela 6.11 - Licitações

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
município	código do município
numlicita	número da licitação
data	data de autuação do processo administrativo
modalidade	modalidade de licitação
tipo	tipo de licitação
objeto	descrição do objeto
vencedor	empresa vencedora
valtotvencedor	valor total das propostas vencedoras
valorestimado	valor estimado para o objeto
VRC	valor relativo do contrato
qtdpart	número de participantes
período	intervalo de tempo
IVRC	Indica se o valor relativo do contrato está acima de 0,95
IAC1	Indica se a licitação possui apenas um participante
NREGRAS	Número de regras de associação a que pertencem os participantes da licitação

O terceiro *dataframe* denominado “Participantes dos Órgãos”, com 17.052 observações, composto pelas variáveis relacionadas a participação de cada empresa nos diferentes municípios (Tabela 6.12).

Tabela 6.12– Participantes dos Órgãos

CNPJ	CNPJ da empresa participante
numparticipacoes	número de propostas apresentadas pela empresa no município no período
valtotlicpart	valor dos contratos das licitações participadas
valtotlicpartest	valor estimado das licitações participadas
munnumlicit	número de licitações no município no período
munmediaparticipantes	média de participantes das licitações
munvaltotlic	valor total das licitações do município no período
munvaltotlicest	valor estimado do total de licitações do município no período
numvitorias	número de propostas vencedoras da empresa no município no período
valtotvitorias	valor total das licitações vencidas pela empresa no município no período
valtotvitoriaest	valor total estimado das licitações vencidas pela empresa no município no período
npxnl	relação entre o número de propostas apresentadas e o número de licitações
IAC4	indicador de ausência de concorrência n° 4
IAC5	indicador de ausência de concorrência n° 5
ILP1	indicador de licitante perdedor n° 1
IAC2	indicador de ausência de concorrência n° 2
ICP1	indicador de competitividade do participante n° 1
ICP2	indicador de competitividade do participante n° 2



O quarto *dataframe* com 4.111 observações denominado “Participantes” composto pelas variáveis de cada empresa relacionadas a todos os municípios em cada período (Tabela 6.13).

Tabela 6.13– Participantes

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
CNPJ	CNPJ da empresa participante
periodo	intervalo do tempo
numparticipacoes	número de propostas apresentadas pela empresa em todos os municípios no período
numlicit	número de licitações em todos os municípios no período em que a empresa participou
numvitorias	número de propostas vencedoras da empresa em todos os municípios no período
Mnpropxnlic	relação entre o número de propostas apresentadas e o número de licitações
Mnvencxnprop	relação entre o número de propostas vencedoras e o número de propostas apresentadas
nummunparticipacao	número de municípios com participação da empresa
nummunvitoria	número de municípios com vitória da empresa

O quinto *dataframe* denominado “Órgãos Licitantes”, com 501 observações, contendo as informações sobre os municípios em cada período mostradas na Tabela 6.14:

Tabela 6.14– Tabela dos Órgãos Licitantes

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
periodo	intervalo do tempo
municipio	código do município
munnumlic	número de licitações no município no período
munmediaparticipantes	média de participantes por licitação realizada
munvaltotlicit	valor total estimado das licitações do município
munvaltotlicest	valor total estimado das licitações do município no período
numparticipantes	número de empresas que participaram de todas as licitações do período
numvencedores	número de empresas que venceram todas as licitações do período
PMME	parcela de contratos em valores da maior empresa
PM2M	parcela de contratos das duas maiores empresas
HHI	índice Herfindahl-Hirschman
CNPJ1	CNPJ da maior empresa
CNPJ2	CNPJ da segunda maior empresa
qtdvenc1	quantidade de vitórias da primeira empresa
qtdvenc2	quantidade de vitórias da segunda maior empresa
IAC6	indicador de ausência de competitividade nº 6
IPMME	indicador de percentual de mercado da maior empresa
IPM2M	indicador da parcela de contratos das duas maiores empresas
IHHI	indicador do índice Herfindahl-Hirschman

Conforme apresentado no capítulo 5 a metodologia sugerida previa, ao final da obtenção das tabelas com seus respectivos indicadores, a elaboração de uma tabela final, relacionada exclusivamente às empresas participantes de licitações, agrupando os indicadores das demais tabelas.

Gerou-se, então, o sexto *dataframe*, denominado “Indicadores das empresas”, compreendendo os indicadores obtidos para as 2.997 empresas participantes de licitação, além das informações relacionadas ao número de participações, vitórias e valores de propostas, conforme mostrado na Tabela 6.15.

Tabela 6.15– Indicadores das empresas.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
SIAC1	número de licitações que a empresa venceu com apenas um participante;
SIVRC	número de licitações que a empresa venceu com VRC acima do limite;
SIAC4	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão
SIAC5	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o valor das vitórias e o valor de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão
SILP1	número de órgãos que a empresa participou de licitações e nunca venceu;
SIAC2	número de órgãos onde a relação entre o número de participações e o número de licitações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP1	número de órgãos onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP2	número de órgãos onde a relação entre o valor de vitórias e o valor de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos
SIAC6	número de participações em órgãos onde a relação entre o número de vitoriosos e o número de participantes é inferior ao intervalo de confiança calculado a partir da média dos demais órgãos
SIVPMME	número de órgãos onde a empresa detém a maior parcela de mercado
SNPASSOC	número de licitações em que a empresa participou e foi relacionada em regras de associação
SNVASSOC	número de licitações em que a empresa venceu e foi relacionada em regras de associação
nummunparticipacao	número de municípios com participação da empresa
numlicitger	número de licitações em todos os municípios em que a empresa participou
numparticipacoesger	número de propostas apresentadas pela empresa em todos os municípios
valtotlicpartestger	valor total das licitações onde participou
valtotlicpartger	valor total estimado das licitações onde participou
munnumvitoria	número de municípios com vitória da empresa
numvitoriasger	número de propostas vencedoras da empresa em todos os municípios
valtotvitoriasger	valor total das licitações vencidas pela empresa
valtotvitoriaestger	valor total estimado das licitações vencidas pela empresa

#### 6.4. Identificação de empresas inidôneas para comparação com os indicadores obtidos

A fim de verificar se os indicadores obtidos poderiam identificar corretamente as empresas inidôneas, pesquisou-se junto aos sites da Controladoria Geral da União – CGU e do Tribunal de Contas da União – TCU quais empresas do Estado do Ceará foram consideradas inidôneas.

De acordo com Pereira (2014) as empresas que realizaram doações a campanhas participaram de licitações em ambientes menos competitivos. Percebeu-se também que estas empresas realizam mais contratos com o poder público. Assim, a verificação sobre a participação de empresas doadoras a campanhas políticas de governantes locais pode ser um indicativo da participação de cartéis. Por isso, verificou-se no site do Tribunal Superior Eleitoral as empresas doadoras para campanhas de prefeitos eleitos e identificou-se quais delas venceram licitações nos mandatos dos prefeitos beneficiados.

Por fim verificou-se junto aos laudos da Polícia Federal do Estado do Ceará as empresas que apresentaram características de terem combinados preços em licitações municipais.

Ao final da análise foram observadas 147 empresas relacionadas pela CGU sendo que 13 participaram de licitações de obras, 25 empresas relacionadas pelo TCU, sendo que 20 participaram licitações de obras e 36 empresas relacionadas pela Polícia Federal, sendo que uma já constava na relação do TCU (Tabela 6.16). Ao todo foram encontradas 68 empresas inidôneas nas licitações constantes deste estudo.

Tabela 6.16– Empresas suspeitas

Descrição das empresas inidôneas	TCU	CGU	PF	DOADORAS	TOTAL
Empresas relacionadas no Brasil	203	9169			<b>9372</b>
Empresas relacionadas do Ceará	25	147		56498	<b>56670</b>
Empresas que participaram de licitações de obras no Ceará	20	13	36	249	<b>318</b>
Empresas que venceram licitações de obras no Ceará	18	9	33	29	<b>89</b>

Obs. Existe uma empresa vencedora no Ceará comum entre as relações do TCU e PF.

## 6.5. Classificação

Para verificação da eficácia dos indicadores no auxílio a investigação de licitações, procurou-se encontrar grupos de empresas que reunissem características e comportamentos semelhantes, de acordo com os indicadores extraídos da Tabela 6.15 e relacionados na Tabela 6.17. Tal procedimento tinha por objetivo identificar a existência de alguma classe que concentrasse um maior percentual de empresas consideradas inidôneas pelos órgãos de controle.

Tabela 6.17 - Indicadores utilizados para classificação.

INDICADORES	DESCRIÇÃO
CNPJ	CNPJ do participante
SIAC1	número de licitações que a empresa venceu com apenas um participante;
SIVRC	número de licitações que a empresa venceu com VRC acima do limite;
SIAC4	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão
SIAC5	número de órgãos que a empresa participou de licitações onde a relação entre o valor das vitórias e o valor de participações foi superior ao intervalo de confiança calculado pela média das demais empresas no órgão
SILP1	número de órgãos que a empresa participou de licitações e nunca venceu;
SIAC2	número de órgãos onde a relação entre o número de participações e o número de licitações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP1	número de órgãos onde a relação entre o número de vitórias e o número de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos;
SICP2	número de órgãos onde a relação entre o valor de vitórias e o valor de participações é superior ao intervalo de confiança calculado a partir da média da mesma empresa nos demais órgãos
SIAC6	número de participações em órgãos onde a relação entre o número de vitoriosos e o número de participantes é inferior ao intervalo de confiança calculado a partir da média dos demais órgãos
SIVPMME	número de órgãos onde a empresa detém a maior parcela de mercado
SNPASSOC	número de licitações em que a empresa participou e foi relacionada em regras de associação
SNVASSOC	número de licitações em que a empresa venceu e foi relacionada em regras de associação

Existem diversos algoritmos que realizam a clusterização de dados. A clusterização tem o objetivo de agrupar um conjunto de objetos visando maximizar a similaridade dentro de um mesmo grupo (cluster) e minimizar a similaridade destes com objetos de outros grupos (Jain, Murty, & Flynn, 1999).

Um dos algoritmos mais usados é o k-means (Hartigan e Wong 1979) que representa cada cluster por um vetor médio. K-means procura dividir o conjunto de dados em um número de grupos predefinido, mesmo que este número não seja a quantidade ideal de grupos a ser utilizada.

Para determinação do número de classes o *Elbow Method* (Kodinariya & Makwana, 2013) é um dos métodos utilizados. A idéia do método é realizar a clusterização para cada valor contido em um intervalo previamente definido pelo analista dos dados, com quantidades de *clusters* mínima e máxima. Para cada valor contido no intervalo é realizada a soma dos quadrados dos erros (SSE) das distâncias dos objetos de cada classe em relação ao centroide da respectiva classe. Após a plotagem do gráfico que define a SSE em relação ao número de classes, verifica-se o ponto de inflexão a partir do qual o decréscimo da SSE passa a ser menor quando do aumento de uma unidade no número de classes.

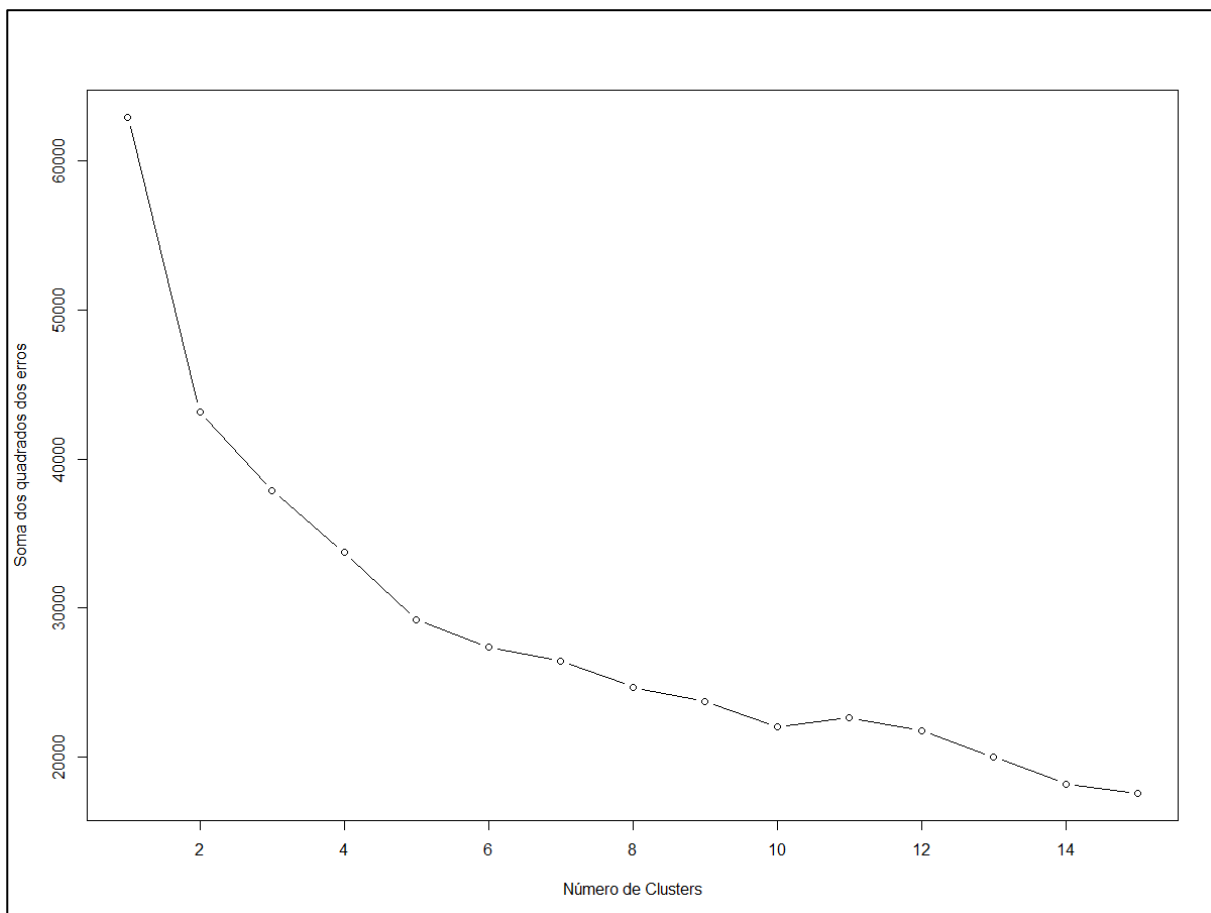


Figura 6.37 - Identificação do número de classes com a utilização do *Elbow Method*.

Pela Figura 6.37, pode-se perceber as duas primeiras inflexões no gráfico quando o número de clusters é igual a 2 e 5. Tais inflexões indicam que o aumento do número de classes implicará numa redução da SSE menor do que ocorria anteriormente.

Utilizando o algoritmo fixed point clusters (Henning 2002, Henning 2003), que calcula automaticamente o número de clusters mediante bootstrap, (Fang and Wang 2012) verificou-se a quantidade de duas classes como a ideal.

Após a definição da quantidade de classes, realizou-se a classificação pelo método k-means, utilizando a distância euclidiana dos objetos aos centroides, após a normalização dos indicadores relacionados na Tabela 6.17.

A Tabela 6.18 mostra as duas classes obtidas, juntamente com o número e o percentual das empresas.

A Tabela 6.19 mostra os valores dos centróides obtidos, conforme seus valores originais, sem a normalização, bem como as médias das demais variáveis que não foram utilizadas na classificação.

Tabela 6.18 – Classe obtidas mediante utilização do algoritmo k-means.

CLASSE		1	2	TOTAL
Número de Empresas	Total	339	2658	2997
	Inidôneas pelo TCU	9	11	20
	Inidôneas pela CGU	1	12	13
	Inidôneas pela PF	19	17	36
	Doadoras de Campanha	9	20	29
	Vencedoras Inidôneas	28	31	59
Percentual de Empresas	Total	11,00%	89,00%	100,00%
	Vencedoras Inidôneas	47,00%	53,00%	100,00%
	Inidôneas pelo TCU	45,00%	55,00%	100,00%
	Inidôneas pela CGU	7,70%	92,30%	100,00%
	Inidôneas pela PF	53,00%	47,00%	100,00%
	Doadoras de Campanha	31,00%	69,00%	100,00%
Percentual Acumulado	Total	11,00%	100,00%	NA
	Vencedoras Inidôneas	47,00%	100,00%	NA
	Inidôneas pelo TCU	45,00%	100,00%	NA
	Inidôneas pela CGU	7,70%	100,00%	NA
	Inidôneas pela PF	53,00%	100,00%	NA
	Doadoras de Campanha	31,00%	100,00%	NA

Tabela 6.19 - Centróides e médias das variáveis.

CLASSE	1	2
SIAC1	6.39	0.88
SIVRC	24.4	2.5
SIAC4	1.81	0.17
SIAC5	0.118	0.026
SILP1	1.171	0.076
SIAC2	0.785	0.034
SICP1	3.73	0.33
SICP2	3.82	0.34
SIAC6	1.7	0.2
SIVPM2M	1.82	0.14
SNVASSOC	0.168	0.009
SNPASSOC	9.029	0.099
munnumparticipacao	23.5	3.4
numlicitger	1196	181
numparticipacoesger	77	8
valtotlicpartger	2.7e+07	3.8e+06
valtotlicpartestger	2.8e+07	4.2e+06
munnumvitorias	10.4	1.5
numvitoriasger	27.0	2.9
valtotvitoriasger	R\$ 9.187.233,00	R\$ 1.605.059,00
valtotvitoriasestger	R\$ 9.489.282,00	R\$ 1.677.054,00

■ Classe com maior percentual de empresas inidôneas

Observou-se que as empresas compreendidas na classe 1, que representavam 11% do total de empresas, compreendiam 45% das empresas consideradas inidôneas pelo TCU, 53% das empresas consideradas inidôneas pela PF, 7,7 % das empresas consideradas inidôneas pela CGU e 31% das empresas doadoras de campanha e vencedora de licitações.

Percebeu-se também que a classe 1 compreendia as empresas com maior número de participações e de valores de vitórias, o que poderia indicar que o percentual elevado de empresas inidôneas pode ser decorrente do maior risco de ser submetido a fiscalizações.

Com o objetivo de verificar o comportamento percebido para a divisão em duas classes, procedeu-se também uma divisão em 5 categorias utilizando o mesmo procedimento anterior.

Realizou-se, assim, a divisão das empresas em 5 classes, utilizando o algoritmo k-means, conforme representação mostrada na Figura 6.38.

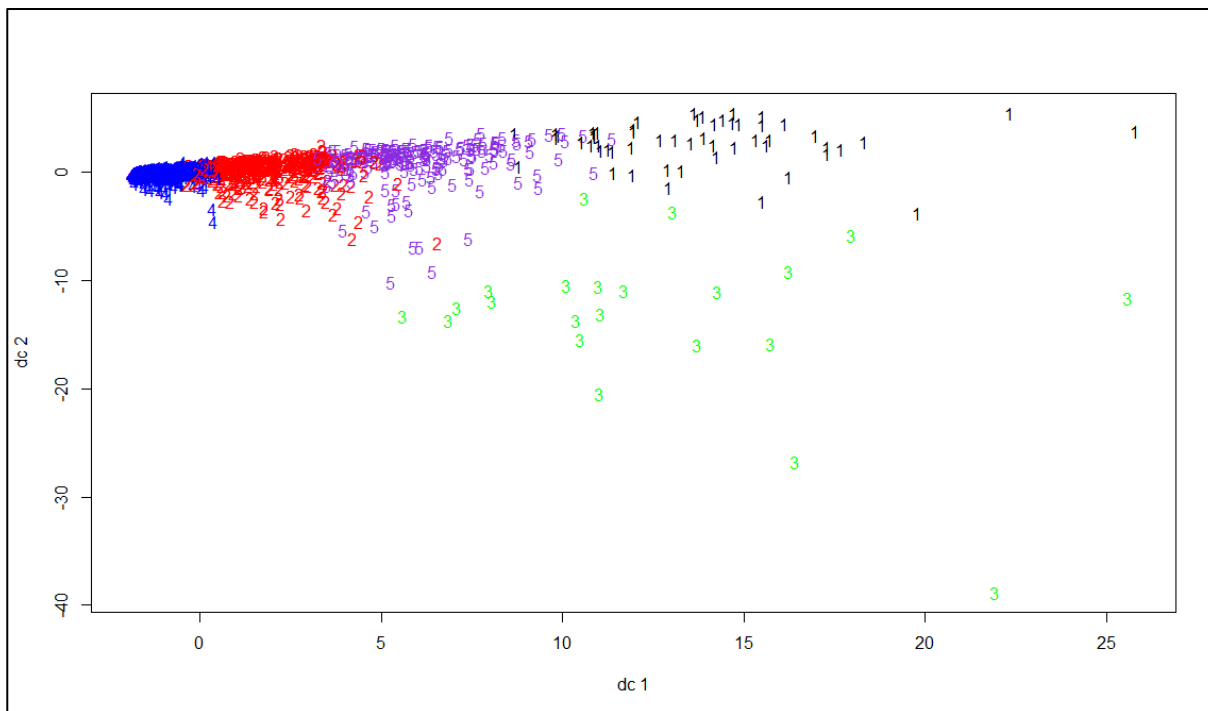


Figura 6.38– Classes identificadas através do algoritmo K-means.

Após a realização da classificação verificou-se as classes onde se encontravam as empresas inidôneas identificadas na seção anterior. A Tabela 6.20 mostra as classes identificadas e a comparação entre os percentuais totais e das empresas inidôneas.

Observa-se que as classes 3, 5, 2 e 4, representam 19,6% do total de empresas que participaram de licitações no Ceará, no entanto, compreendem 55% das empresas consideradas inidôneas pelo TCU, 64% das empresas consideradas idôneas pela PF, 52% das empresas doadoras para campanhas eleitorais e 7,7% das empresas consideradas inidôneas pela CGU.

Da mesma forma, percebeu-se que a classe com menor percentual de empresas inidôneas é compreendida pelas empresas com menor número de vitórias.

Ressalta-se que não foi objeto deste trabalho o estudo do motivo pelo qual o TCU e a CGU consideraram tais empresas inidôneas, sendo esta análise uma sugestão para estudos futuros.

A Tabela 6.20 mostra as cinco classes obtidas, juntamente com o número e o percentual das empresas.

A Tabela 6.21 mostra os valores dos centróides obtidos, conforme seus valores originais, sem a normalização, bem como as médias das demais variáveis que não foram utilizadas na classificação.

Tabela 6.20– Classes encontradas e percentuais da população e das empresas inidôneas.

CLASSE		3	5	2	4	1
Número de Empresas	Total	91	13	231	251	2411
	Inidôneas pelo TCU	2	0	7	2	9
	Inidôneas pela CGU	1	0	0	0	12
	Inidôneas pela PF	7	1	8	7	13
	Doadoras de Campanha	4	0	6	5	14
	Vencedoras Inidôneas	10	1	14	9	25
Percentual de Empresas	Total	3,04%	0,43%	7,71%	8,38%	80,45%
	Vencedoras Inidôneas	16,90%	1,70%	23,70%	15,30%	42,40%
	Inidôneas pelo TCU	10,00%	0,00%	35,00%	10,00%	45,00%
	Inidôneas pela CGU	7,70%	0,00%	0,00%	0,00%	92,30%
	Inidôneas pela PF	19,40%	2,80%	22,20%	19,40%	36,10%
	Doadoras de Campanha	14,00%	0,00%	21,00%	17,00%	48,00%
Percentual Acumulado	Total	3,00%	3,50%	11,20%	19,60%	100,00%
	Vencedoras Inidôneas	17,00%	19,00%	42,00%	58,00%	100,00%
	Inidôneas pelo TCU	10,00%	10,00%	45,00%	55,00%	100,00%
	Inidôneas pela CGU	7,70%	7,70%	7,70%	7,70%	100,00%
	Inidôneas pela PF	19,00%	22,00%	44,00%	64,00%	100,00%
	Doadoras de Campanha	14,00%	14,00%	34,00%	52,00%	100,00%

Tabela 6.21 - Média das variáveis de cada classe.

CLASSE	1	2	3	4	5
SIAC1	0.6	2.9	9.8	5.7	3.2
SIVRC	1.8	13.3	40.2	14.5	16.7
SIAC4	0.098	0.701	2.857	1.522	1.000
SIAC5	0.0166	0.0087	0.0989	0.2271	0.0000
SILP1	0.044	1.199	1.176	0.167	5.154
SIAC2	0.019	0.186	1.758	0.390	0.615
SICP1	0.22	3.54	5.47	1.10	2.00
SICP2	0.22	3.74	5.62	1.08	2.15
SIAC6	0.15	1.67	2.13	0.43	4.31
SIVPM2M	0.083	0.745	3.319	1.235	1.231
SNVASSOC	0.0054	0.0000	0.0659	0.0040	46.923
SNPASSOC	0.054	2.394	2.319	0.255	182.077
munnumparticipacao	2.7	21.6	31.1	9.1	41.6
numlicitger	143	1121	1517	461	2326
numparticipacoesger	5.9	58.4	114.2	31.1	136.2
valtotlicpartger	2.7e+06	2.0e+07	3.6e+07	1.5e+07	6.7e+07
valtotlicpartestger	3.1e+06	2.0e+07	3.8e+07	1.6e+07	6.9e+07
munnumvitorias	1.2	7.8	16.2	5.3	5.2
numvitoriasger	2.1	15.0	44.4	16.1	19.6
valtotvitoriasger	1.1e+06	3.7e+06	1.4e+07	9.5e+06	7.8e+06
valtotvitoriasestger	1.2e+06	3.8e+06	1.4e+07	1.0e+07	7.9e+06

Classes com maior percentual de empresas inidôneas



## 6.6. Participação de empresas inidôneas nos municípios

Considerando que empresas classificadas nas categorias com maior presença de empresas inidôneas pode indicar um comportamento tendencioso a formação de cartel, um estudo sobre a participação destas empresas nos municípios poderia indicar algum tipo de favorecimento por parte dos seus gestores.

Desta forma, realizou-se uma análise nos *dataframes*, classificando todas as empresas de acordo com as categorias obtidas na seção anterior e somando-se a quantidade de empresas de cada categoria que participaram de licitações de um mesmo município em um mesmo período, em seguida obteve-se um novo indicador formado pela relação entre o número de empresas classificadas nas três categorias consideradas suspeitas nesta análise (classes 3, 5 e 2 da Tabela 6.20), que representavam em média 45% das empresas inidôneas e 11% do total de empresas sobre o número de empresas participantes no município no período.

A Figura 6.39 apresenta o Histograma da relação entre as empresas das categorias suspeitas e as empresas participantes no município.

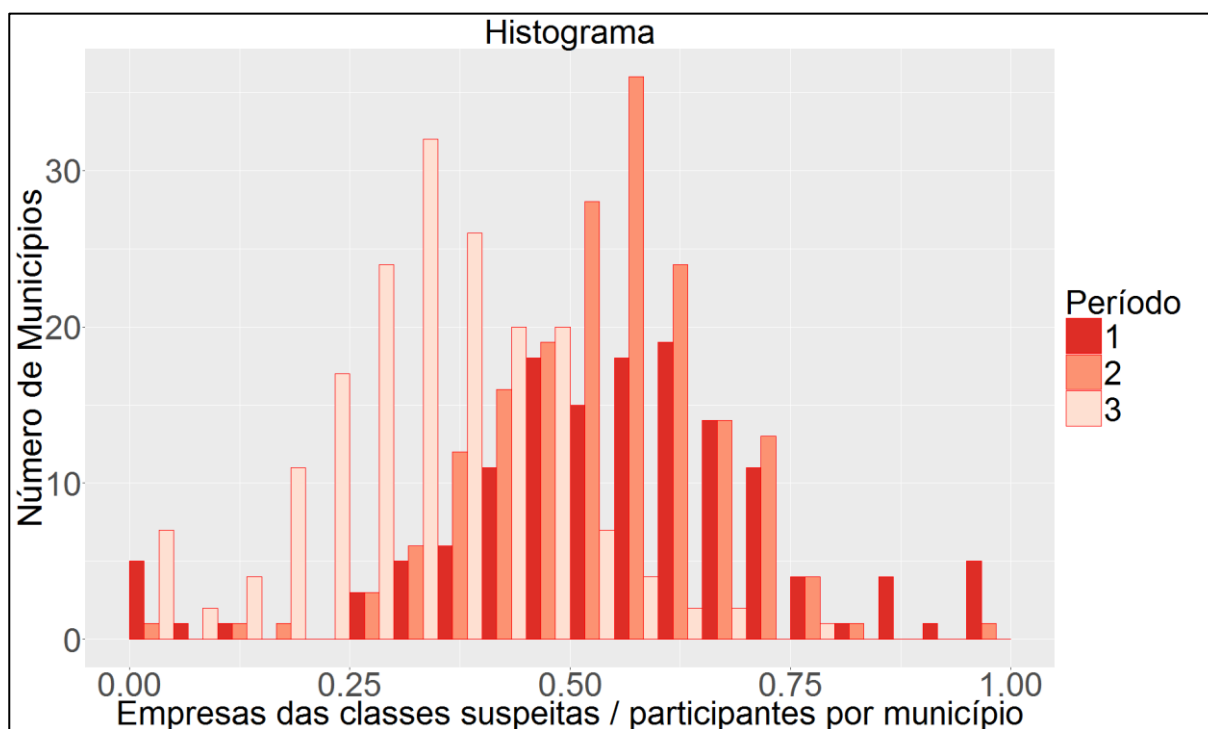


Figura 6.39– Histograma da relação entre as empresas das categorias suspeitas e as empresas participantes no município.

Pode-se observar ainda que a relação não obedece a uma concentração geográfica específica. A Figura 6.40 apresenta a distribuição geográfica da relação entre as empresas das categorias suspeitas e as empresas participantes para um determinado período.

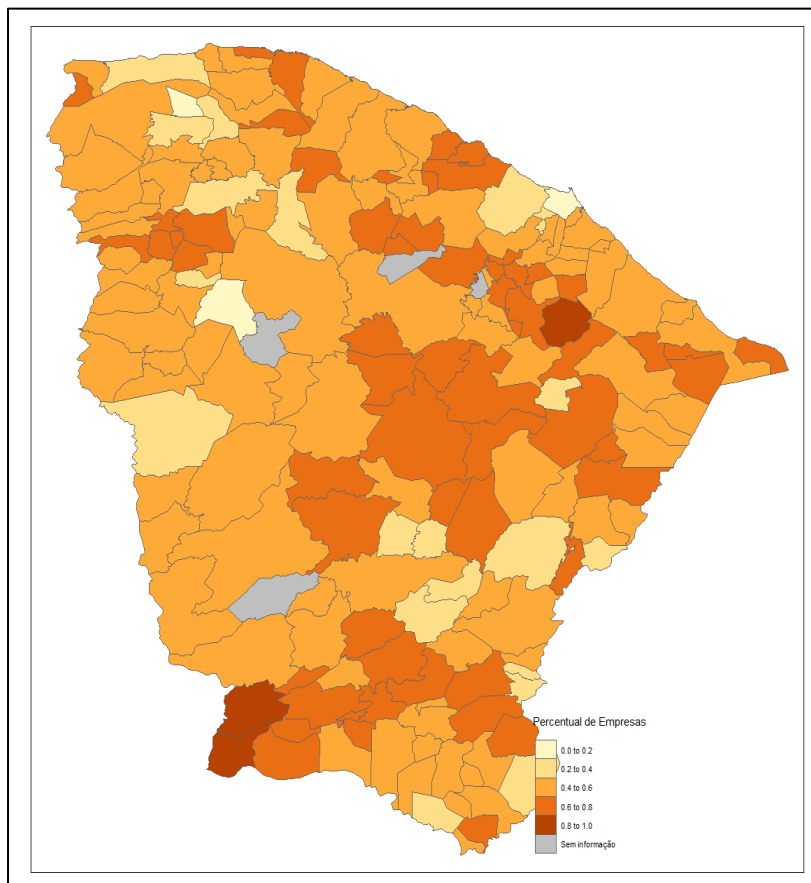


Figura 6.40– Distribuição geográfica da participação das empresas suspeitas nos municípios.

Conforma observado, de acordo com a média das variáveis das classes obtidas, observa-se que as empresas consideradas inidôneas localizam-se entre as que tiveram um maior número de participações e vitórias em diferentes municípios (Figura 6.41).

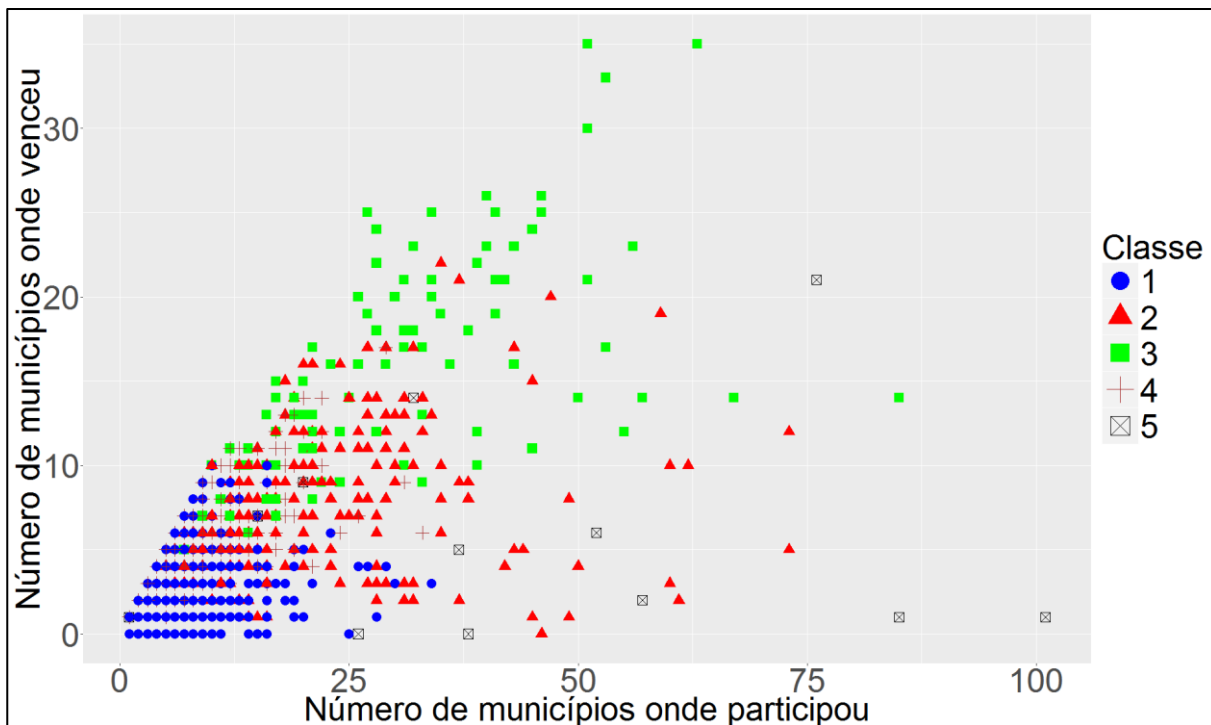


Figura 6.41– Número de vitórias em relação ao número de participações das empresas e suas respectivas classes.

## 6.7. Conclusões

A partir dos dados obtidos do sítio eletrônico do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará foi possível a obtenção de variáveis e indicadores para investigação de licitações apontados na metodologia descrita no Capítulo 5.

Os indicadores foram obtidos mediante utilização de relações entre variáveis distintas, de determinação de pontos fora das margens de confiança, obtidas a partir da utilização de técnicas de regressão linear, e da determinação de regras de associação entre as empresas participantes de licitações mediante a utilização do algoritmo *Apriori*.

Em seguida foi utilizada a técnica de classificação não supervisionada, K-means, para a divisão das empresas em 2 classes e posteriormente em 5 classes.

Para verificação da metodologia, extraiu-se dos sítios eletrônicos do Tribunal de Contas da União- TCU e da Controladoria Geral da União – CGU as empresas consideradas inidôneas no Estado do Ceará que participaram de licitações de obras de engenharia. Relacionou-se também as empresas cuja Perícia da Polícia Federal do Ceará considerou como integrantes de acordo em licitações. Além disso, verificou-se no sítio eletrônico do Tribunal Superior Eleitoral quais

empresas foram doadoras de campanha de prefeitos eleitos e que venceram licitações de obras de engenharia nos respectivos municípios.

Por fim, verificou-se em quais classes estas empresas se enquadravam e observou-se que classes que representavam 11% do total de empresas, compreendiam 45% das empresas consideradas inidôneas pelo TCU, 53% das empresas consideradas inidôneas pela PF, 7,7 % das empresas consideradas inidôneas pela CGU e 31% das empresas doadoras de campanha e vencedora de licitações.

Além disso, percebeu-se que as categorias com maior percentual de empresas inidôneas consideradas pelo TCU e PF compreendia as empresas com maior número de participações e de valores de vitórias, o que poderia indicar que o percentual elevado de empresas inidôneas pode ser decorrente do maior risco de ser submetido a fiscalizações.

Ressalta-se que não foi objeto deste trabalho o estudo do motivo pelo qual o TCU e a CGU consideraram tais empresas inidôneas, sendo esta análise uma sugestão para estudos futuros.

## 7. CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, verificou-se que é possível a descoberta de padrões estatísticos na forma de atuação das empresas em licitações. Tais padrões podem ser obtidos a partir da mineração de dados em portais de transparência e permitem a obtenção de indicadores que auxiliem na investigação das licitações para detecção de fraudes.

Este estudo iniciou-se pela análise da eficácia da mineração de dados no portal da transparência do Governo Federal, de onde foram extraídas informações sobre as licitações realizadas e a quantidade de vencedores de acordo com cada modalidade. A partir da utilização de técnicas de regressão linear, verificou-se que existe uma correlação entre o maior número de contratos celebrados por uma mesma empresa com uma mesma unidade administrativa e o número total de contratos celebrados por essa mesma unidade administrativa. O coeficiente correspondente a relação entre o maior número de contratos de uma mesma empresa e o número total de contratos varia de acordo com a modalidade de licitação realizada. Observou-se que quanto maior a exigência de divulgação do edital de licitação e quanto maior o valor do contrato (modalidade de licitação) menor é a relação entre o número máximo de contratos celebrados com uma mesma empresa e o número total de contratos celebrados por uma mesma unidade administrativa, sendo decrescente na seguinte seqüência de modalidades de licitação: dispensa de licitação, inexigibilidade de licitação, carta convite, tomada de preços, concorrência e pregão. Este estudo, apresentado no Capítulo 2, foi objeto do artigo Extração de dados da *Web* relativos a licitações e contratos públicos para inferência por reconhecimento de padrões estatísticos: estudo de caso, apresentado no Ninth International Conference on Forensic Computer Science ICoFCS em Brasília (Morais e Borges, 2015).

Após a verificação da eficácia da obtenção de padrões estatísticos em licitações a partir da mineração de dados, passou-se ao estudo das características de participação de cartéis em licitações. Neste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as peculiaridades da forma de atuação dos cartéis em licitações. Em seguida analisou-se os principais portais de transparência estaduais e municipais para verificação da qualidade dos dados informados sobre licitações e de sua adequação para identificação de cartéis. Observou-se que a grande maioria dos portais apresentam dados em formatos de texto que dificultam a obtenção e o tratamento dos dados de maneira automática. Apesar da existência ferramentas de extração de PDF que possibilitam a estruturação dos dados, seria necessária a análise da forma de disponibilização dos dados úteis no arquivo e a configuração da ferramenta de extração. Este trabalho não utilizou fonte de dados obtidas a partir de arquivos PDF, mas, considerando a quantidade de informações disponibilizadas neste formato por diversos portais da transparência, sugere-se,

em futuros estudos, realizar a análise de tais ferramentas e a realização da extração de informações nestas fontes de dados para utilização da metodologia proposta neste trabalho

Conclui-se que, apesar da existência de leis versando sobre a obrigatoriedade da disponibilização de dados abertos, é necessário padronizar a forma de apresentação e divulgação destes dados, para assim permitir o controle social sobre a possibilidade de participação de cartéis nas licitações.

Com a identificação das fontes de dados possíveis de serem utilizadas para a mineração de dados sobre licitações, passou-se a identificação das variáveis e dos indicadores que permitissem o reconhecimento da participação de cartéis. Analisou-se as variáveis relacionadas ao objeto, à licitação, aos participantes e ao órgão licitante. Ao final foi elaborada uma tabela compreendendo os indicadores e as variáveis necessárias para sua formação.

Em seguida foi desenvolvida uma metodologia para extração dos dados, separação das variáveis e obtenção dos indicadores. Na metodologia foram utilizadas técnicas de regressão linear e regras de associação, entre outras.

Utilizou-se, então, o portal da transparência do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Ceará para verificação da eficácia dos indicadores propostos. Durante a análise foram extraídas informações estatísticas sobre os dados relacionados às licitações de obras de engenharia dos municípios do Estado do Ceará. Obteve-se, por fim, uma tabela compreendendo as empresas que participaram de licitações e seus respectivos indicadores. A partir da tabela obtida realizou-se uma classificação não supervisionada nas empresas relacionadas utilizando o algoritmo *k-means*. Confrontou-se as empresas, em suas diferentes classes, com as empresas do Ceará consideradas inidôneas nos sítios eletrônicos do Tribunal de Contas da União- TCU e da Controladoria Geral da União – CGU, além das empresas que a Perícia da Polícia Federal do Ceará considerou como participantes de conluio em licitações. Além disso, verificou-se no sítio eletrônico do Tribunal Superior Eleitoral quais empresas foram doadoras de campanha de prefeitos eleitos e que venceram licitações de obras de engenharia nos respectivos municípios.

Por fim, verificou-se em quais classes estas empresas se enquadravam e observou-se que classes que representavam 11% do total de empresas, compreendiam 45% das empresas consideradas inidôneas pelo TCU, 53% das empresas consideradas inidôneas pela PF, 7,7 % das empresas consideradas inidôneas pela CGU e 31% das empresas doadoras de campanha e vencedora de licitações.

Além disso, percebeu-se que as categorias com maior percentual de empresas inidôneas consideradas pelo TCU e PF compreendia as empresas com maior número de participações e

de valores de vitórias, o que poderia indicar que o percentual elevado de empresas inidôneas pode ser decorrente do maior risco de ser submetido a fiscalizações.

Tais resultados mostraram que, a partir da mineração de dados e utilização de técnicas de reconhecimento de padrões estatísticos, é possível a obtenção de categorias de empresas que indique uma maior probabilidade de atuarem em licitações fraudulentas.

Sugere-se, para estudos futuros, a ampliação das variáveis relacionadas a empresas participantes de licitação, como porte da empresa, número de funcionários, nome dos sócios e outros. Além disso, ressalta-se que este estudo restringiu-se a licitações de obras de engenharia dos municípios do Ceará. Uma análise sobre licitações em outros estados pode indicar se os padrões encontrados são uma característica estadual ou nacional. Além disso, a análise em outros objetos, além das obras de engenharia, pode indicar um comportamento suspeito não apenas da empresa, mas do órgão licitante.

## REFERÊNCIAS

Abrantes-Metz, R. M., Froeb, L. M., Geweke, J., & Taylor, C. T. (2006). A variance screen for collusion. *International Journal of Industrial Organization*, 24(3), 467–486.

Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. In *Proceedings of the 20th international conference on very large data bases* (Vol. 1215, pp. 487–499).

Alvarenga, R. A. L. de. (2011). Caracterização de competitividade de pregões eletrônicos por meio de mineração de dados. (Mestrado). Universidade Católica de Brasília, Brasília.

Bajari, P., & Ye, L. (2003). Deciding between competition and collusion. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 971–989.

Ballesteros-Pérez, P., González-Cruz, M. C., Cañavate-Grimal, A., & Pellicer, E. (2013). Detecting abnormal and collusive bids in capped tendering. *Automation in Construction*, 31, 215–229.

Bergman, M. A., Lundberg, J., Lundberg, S., Stake, J. Y. (2015). Using spatial econometrics to test for collusive behavior in procurement auction data. Umeå University, Department of Economics.

Breitman, K., Salas, P., Casanova, M. A., Saraiva, D., Gama, V., Viterbo, J., Chaves, M., Pires, R., Franzosi, E. (2012). Open Government Data in Brazil. *IEEE Intelligent Systems*, 27(3), 45–49.

Carvalho, R., Paiva, E., Rocha, H. & Mendes, G., (2012). Methodology for Creating the Brazilian Government Reference Price Database.

Eaves, D. (2009). The three laws of Open Government Data. *Eaves*. ca, 30.

Fang, Y., & Wang, J. (2012). Selection of the number of clusters via the bootstrap method. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(3), 468–477.

Gabrielli, M. F. (2013). Detecting collusion on highway procurement. *Económica*, 59.

Grout, P., & Sonderegger, S. (2005). Predicting cartels. Office of Fair Trading United Kingdom.

Harrington, J. E. (2008). Detecting cartels. *Handbook of Antitrust Economics*, 213, 245.

Hartigan, J. A., & Wong, M. A. (1979). Algorithm aS 136: A k-means clustering algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 28(1), 100–108.

Hennig, C. (2002). Fixed point clusters for linear regression: Computation and comparison. *Journal of Classification*, 19(2), 249–276.

Hennig, C. (2003). Clusters, outliers, and regression: Fixed point clusters. *Journal of Multivariate Analysis*, 86(1), 183–212.

Ishii, R. (2009). Favor exchange in collusion: Empirical study of repeated procurement auctions in Japan. *International Journal of Industrial Organization*, 27(2), 137–144.



- Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 31(3), 264–323.
- Junior, T. F. G. (2010). Aplicação de técnicas de *data mining* para auxiliar no processo de fiscalização no âmbito do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Kawai, K., & Nakabayashi, J. (2014). Detecting large-scale collusion in procurement auctions. Available at SSRN 2467175.
- Kodinariya, T. M., & Makwana, P. R. (2013). Review on determining number of cluster in k-means clustering. *International Journal*, 1(6), 90–95.
- Kyriacou, A. P., Muinelo-Gallo, L., & Roca-Sagalés, O. (2015). Construction corrupts: Empirical evidence from a panel of 42 countries. *Public Choice*, 165(1-2), 123–145.
- Levenstein, M. C., & Suslow, V. Y. (2006). What determines cartel success? *Journal of Economic Literature*, 44(1), 43–95.
- Lima, M. C. (2010). Comparação de custos referenciais do DNIT e licitações bem sucedidas. *Revista do TCU*, (118), 61–66.
- Mair, P., & Chamberlain, S. (2014). Web technologies task view. A Peer-Reviewed, Open-Access Publication of the R Foundation for Statistical Computing, 178.
- Mena-Labarthe, C. (2012). Mexican experience in screens for bid-rigging. *Antitrust Chronicle*, 3(1).
- Morais, C. M. M. de, & Borges, D. L. (2015). Extração de dados da web relativos a licitações e contratos públicos para inferência por reconhecimento de padrões estatísticos: Estudo de caso. In *Nineth international conference on forensic computer science* (pp. 98–103). ICoFCS.
- Morozov, I., & Podkolzina, E. A. (2013). Collusion detection in procurement auctions. Higher School of Economics Research Paper No. WP BPR, 25.
- OECD. (2009). Guidelines for fighting bid rigging in public procurement: Helping governments to obtain best value for money. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponível em <http://www.oecd.org/competition/cartels/42851044.pdf>
- OECD. (2010). Collusion and corruption in public procurement. Organisation for Economic Co-operation; Development. Disponível em <https://www.oecd.org/competition/cartels/46235884.pdf>
- OXERA. (2013). Hide and seek: The effective use of cartel screens. Disponível em <http://www.oxera.com/getmedia/210bc5bc-0cc9-40ea-8bc9-6c8b2406b485/Cartelscreens.pdf.aspx?ext=.pdf>
- Padhi, S. S., & Mohapatra, P. K. (2011). Detection of collusion in government procurement auctions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(4), 207–221.
- Pereira, G. P. C. (2002). O mercado da construção civil para obras públicas como instrumento de auditoria, uma abordagem probabilística (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Pereira, J. R. (2014). Relações entre doações de campanha, denúncias de corrupção e variação de preço nas licitações de obras públicas (Mestrado). Departamento de Economia da Universidade de Brasília, Brasília.

Porter, R. H., & Zona, J. D. (1992). Detection of bid rigging in procurement auctions. National Bureau of Economic Research.

SDE (2008). Combate a cartéis em licitações: Guia prático para pregoeiros e membros de comissões de licitação. Ministério da Justiça. Disponível em [http://www.comprasnet.gov.br/banner/seguro/cartilha\\_licitacao.pdf](http://www.comprasnet.gov.br/banner/seguro/cartilha_licitacao.pdf)

Silva, C. V. S., & Ralha, C. G. (2010). Utilização de técnicas de mineração de dados como auxílio na detecção de cartéis em licitações. In Workshop de computação aplicada a governo eletrônico, Belo Horizonte. anais.

Silva Filho, L. O., Lima, M. C., & Maciel, R. G. (2010). Efeito barganha e cotação: Fenômenos que permitem a ocorrência de superfaturamento com preços inferiores às referências oficiais. Revista do TCU, (119), 29–36.

TCU. (2015). 5 motivos para abertura de dados na Administração Pública. Tribunal de Contas da União. Disponível em <http://portal3.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2689107.PDF>

Tóth, B., Fazekas, M., Czibik, Á., & Tóth, I. J. (2014). Toolkit for detecting collusive bidding in public procurement. With Examples from Hungary.