

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

**OBRAS PÚBLICAS: UM ESTUDO DE
CASO EM DUAS INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO DE GOIÁS E
TOCANTINS**

RAIMUNDA VIEIRA SANTOS DA SILVA

2014

**OBRAS PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO EM DUAS INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO DE GOIÁS E TOCANTINS**

RAIMUNDA VIEIRA SANTOS DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Sibelius Lellis Vieira, Dr.

Goiânia
Março, 2014.

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Silva, Raimunda Vieira Santos da.

S586o Obras públicas [manuscrito] : um estudo de caso em duas instituições federais de ensino de Goiás e Tocantins / Raimunda Vieira Santos da Silva. – 2014.
113 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, 2014.

“Orientador: Prof. Dr. Sibelius Lellis Vieira”.

Bibliografia: p. 100-106.

1. Obras públicas. 2. Mineração de dados (Computação). 3. Estatísticas. I. Título.

CDU 351.71(043)

**OBRAS PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO EM DUAS INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO DE GOIÁS E TOCANTINS**

Raimunda Vieira Santos da Silva

Esta dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em março de 2014.

Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas

Banca examinadora:

Prof. Sibelius Lellis Vieira, Dr.
Orientador

Prof. Hipólito Barbosa Machado Filho Dr.

Prof. Jose Elmo de Menezes Dr.

GOIÂNIA - GOIÁS
MARÇO DE 2014

À minha mãe, *in memoriam*, pelo amor incondicional, força, alegria, e sabedoria com que viveu seus 83 anos e me educou.

A meu pai, meu grande amor, pela coragem e retidão, motivo de orgulho e exemplo para família.

Às minhas filhas, fonte de inspiração, motivo de orgulho e alegria, e à meu esposo pelo convívio que lhe foi roubado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu refúgio seguro e fortaleza.

Aos meus pais, por terem sido incansáveis, valorizarem e priorizarem minha educação.

À minhas filhas e ao meu esposo pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Aos Reitores e aos Diretores dos *campi* do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) e Instituto Federal Goiano (IF Goiano) que viabilizaram a realização da pesquisa.

Ao meu orientador Dr Sibelius Lelis Vieira pela competência, didática e dedicação na condução desse trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora dessa dissertação, pelas orientações que enriquecerão este trabalho.

À todos os colegas, servidores do IF Goiano e IFTO, que colaboraram para a realização desse trabalho, em especial à José Lopes; Diogo Resende; Francimar Ximenes e Antônio Carlos Camarotto

À colega de mestrado, Arinéia Nogueira pelo apoio durante o curso e na finalização do trabalho de pesquisa e à Rafael Cardoso por colaborar na realização dos testes de MD.

Ao professor José Elmo e à professora Solange Silva, pelas sugestões e orientações em relação ao trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada ao MEPROS/PUC Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Produção e Sistemas (M.sc.)

OBRAS PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO DUAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO DE GOIÁS E TOCANTINS

Raimunda Vieira Santos da Silva

Março 2014.

Orientador: Prof. Sibelius Lellis Vieira, Dr.

A execução de obras públicas possui grande importância para o desenvolvimento de um país, seja em termos econômicos ou político-sociais. Entretanto, de acordo com constatações realizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU), são inúmeras as irregularidades verificadas na execução das obras públicas no país e dentre elas, os aditivos contratuais. Os aditivos contratuais, sejam de valor ou de tempo, ocasionam prejuízos tanto para a sociedade quanto para a administração pública. Neste trabalho, procura-se analisar as situações que contribuem para as alterações no cronograma das obras públicas dos Institutos Federais de Ensino de Goiás e Tocantins, utilizando-se de modelos estatísticos e de técnicas de mineração de dados. A utilização destes métodos quantitativos na análise da execução das obras públicas mostra que existem relações ou associações entre as características das obras e seus aditivos.

Palavras -chave: Obras Públicas, Aditivos Contratuais, Mineração de Dados, Técnicas Estatísticas.

ABSTRACT

The public work execution has great importance for the country's development, either in economic or socio-political terms. However, according to the information provided by the Brazilian Court of Audit (TCU), there are innumerable irregularities in this kind of execution in the country and among them, contract amendments. Contract amendments, whether of value or time, cause losses both for society and for public administration. In this work, we seek to analyze the events that contribute to changes in the construction planning time of the Federal Institutes of Education of Goiás and Tocantins, using statistical models and data mining techniques. The use of quantitative methods in this analysis shows that there are relationships or associations between the characteristics of the works and their amendments.

Keywords: Public Works, Contractual Amendments, Data Mining, Statistical Techniques.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xii
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 O Problema.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Objetivo Geral	18
1.4 Estrutura do Trabalho	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Descoberta de Conhecimento em Base Dados (DCBD)	20
2.2 Cross Industry Standart Process-Data Mining (CRISP-DM).....	23
2.3 Mineração de Dados (MD) – Conceitos e Aplicações	25
2.3.1 Tarefas de MD	27
2.3.2 Técnicas e algoritmos de MD.....	29
2.3.3 Ferramentas de MD	33
2.3.4 Ferramenta WEKA	34
2.4 Teste Estatístico - Validação da MD	36
3 CONTEXTO DE APLICAÇÃO.....	37
3.1 Obra Pública	37
3.2 Planejamento de Obra Pública.....	39
3.2.1 Fase preliminar da licitação.....	41
3.2.2 Fase interna da licitação	42
3.3 Licitação	51
3.3.1 Fase externa da licitação.....	59
3.3.2 Superfaturamento de obras públicas.....	61
3.4 Fase Contratual	62
3.4.1 Contrato da obra pública.....	62
3.4.2 Alterações contratuais.....	63
3.4.3 Recebimento da obra	66
3.5 Trabalhos Correlatos	67

4	METODOLOGIA	70
4.1	Classificação da Pesquisa	70
4.2	Delimitação da Pesquisa.....	73
4.2.1	Local da pesquisa.....	74
4.3	Coleta de Dados.....	74
4.4	Elaboração dos Dados	76
4.4.1	Seleção dos dados.....	76
4.4.2	Limpeza dos dados	76
4.4.3	Transformação e tabulação dos dados	77
4.5	Modelagem e Análise dos Dados	77
5	RESULTADOS.....	79
5.1	Apresentação e Descrição dos Dados.....	79
5.1.1	Coleta de dados e pré-processamento.....	80
5.1.2	Seleção e limpeza dos dados	82
5.1.3	Codificação e tabulação.....	83
5.1.4	Elaboração do modelo	84
5.2	Análise e Interpretação dos Dados	85
5.2.1	Análise de alguns atributos referentes ao Projeto Básico e Licitação com técnicas estatísticas e sua influência na criação do modelo	85
5.2.3	Análise do aditivo contratual de valor e tempo, com técnicas estatísticas e sua importância para o modelo.	87
5.2.4	Análise das justificativas ou motivos de aditivos contratuais com técnicas estatísticas e sua importância para o modelo.....	89
5.2.5	Aplicação de Regras de Associação para descoberta de padrões nos aditivos contratuais de tempo.	91
5.2.6	Aplicação do teste quiquadrado na avaliação dos padrões descobertos.....	95
6	CONCLUSÕES	97
6.1	Trabalhos Futuros	99
	BIBLIOGRAFIA	100
	ANEXO I.....	107
	ANEXO II.....	110
	ANEXO III.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Expansão da Rede Federal. Fonte: (MEC, 2013)	15
Figura 2.1 – Processo DCBD. Fonte: (Trad. Fayyad, <i>et al</i> ,1996).....	21
Figura 2.2 – Fases do CRISP-DM. Fonte: Traduzido Chapman et al(2000)	23
Figura 2.3 – Classificação de clientes que não renovam contrato telefônico. Fonte: adaptado Guimarães (2000).....	31
Figura 2.4 – Rede <i>perceptron</i> . Fonte (Tan, Steinback, Kumar, 2011).....	32
Figura 2.5 – Rede multicamadas. Fonte (Tan, Steinback, Kumar, 2011).....	32
Figura 2.6 – Interface Explore. Fonte: <i>Weka</i>	34
Figura 3.1 – Fluxograma de procedimentos. Fonte: Adaptado (TCU; SANTA CATARINA, 2009).....	39
Figura 4.1 – Resumo metodológico	78
Figura 5.1 – Gráfico de barras de quantidade de obras unidade e tipo de obra.....	80
Figura 5.2 Estrutura completa dos dados “ <i>arff</i> ” utilizados na geração de regras no software <i>Weka</i>	84
Figura 5.3: Gráfico BoxPlot à esquerda e gráfico de barras à direita apresentando erro do projeto básico.....	86
Figura 5.4 Histograma valor de aditivo no <i>dataset</i> e nos Institutos Federais localizados nas duas Unidades da Federação.....	88
Figura 5.5: Gráfico de barras dos tempos de contrato nos Institutos Federais localizados Goiás e Tocantins.....	89
Figura 5.6 Representação de motivação de aditivos através de 3 gráficos de Pareto: o primeiro do conjunto de dados, o segundo do IF Goiano e o terceiro do IFTO.....	90
Figura 5.7 Tela do <i>Weka</i> com atributos selecionados na obtenção das melhores regras.....	92
Figura 5.8 Etapas da geração e seleção das melhores regras pelo algoritmo <i>apriori</i>	93
Figura 5.9 Relação do tempo de aditivo sim (azul) x tempo de aditivo não(vermelho) x atributos utilizados na geração de regras extraídos do <i>Weka</i>	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1– Áreas de interesse na utilização de MD	26
Tabela 2.2 – Exemplo de base dados (carrinho de compras)	28
Tabela 2.3 – Características dos dados	30
Tabela 2.4 - Descrição de alguns pacotes do <i>Explorer</i>	35
Tabela 3.1 – Nível de precisão de projetos (TCU, 2009)	45
Tabela 4.1 – Questionamento para procedimento da pesquisa <i>survey</i> x estudo de caso.....	72
Tabela 4.2 - Localidade da pesquisa.....	75
Tabela 5.1 – Resumo de atributos	81
Tabela 5.2 – Seleção e classificação de atributos	83
Tabela 5.3 – Classificação da etapa Licitação, com alguns atributos	87
Tabela 5.4 – Resumo de siglas de eventos de contratos de obras	91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGMI: *Agent Mining Integration*

ART: Anotação de Responsabilidade Técnica

ARRF -: *Atributte-relation File Format*

BTCU: Boletim do Tribunal de Contas da União

CEFET: Centro Federal de Ensino Tecnológico

CF :Constituição Federal

CGU-:Controladoria Geral da União

CONFEA: Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CREA: Conselho Regional de Engenharia Agronomia

CRISP- DM : *Cross-Industry Standard Process for Data Mining*

DCBD: Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados

BDI: Bonificações e Despesas Indiretas

EIA: Estudo de Impacto Ambiental

EVTEA: Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental

FISCOBRAS: Fiscalização de Obras Públicas pelo TCU

IBRAOP: Instituto Brasileiro de Obras Públicas

IF: Instituto Federal

IF Goiano: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

IFTO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ISL: *Integral Solutions Limited*

ISO: *International Organization for Standardization*

KDD: *Knowledge Discovery in Data Mining*

MD: Mineração de Dados

MPOG: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

NCR: *National Cash Register Company*

PAC: Plano de Aceleração de Crescimento

PPA: Plano Plurianual

PRONATEC: Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

RIMA: Relatório de Impacto Ambiental

RNA: Redes Neurais Artificiais

SAGRES: Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade

SIAFI: Sistema Integrado de Administração Financeira

SIASG: Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais

SICAF: Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores

SICRO: Sistema de Custos Rodoviários

SIMEC: Sistema Integrado de Planejamento Orçamento e Finanças

SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SLTI: Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação

SOF: Secretaria de Orçamento e Finanças

SPSS: *Statistical Product and Service Solutions*

TCU: Tribunal de Contas da União

UNED: Unidade de Ensino Descentralizada

WEKA: *Waikato Environment for Knowledge Analyses*

1 INTRODUÇÃO

A execução de obras públicas possui grande importância para o desenvolvimento de um país, seja em termos econômicos - considerando que movimenta milhões- e/ou político-social, como instrumento de política pública. Nos últimos anos houve um aumento expressivo no volume de obras no Brasil, tanto no setor privado como no setor público, o que transformou o país em um “canteiro de obras” (JIMENES, 2011).

Os investimentos em obras públicas federais são oriundos de diferentes programas do governo, e como exemplo tem-se: o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC); Minha Casa Minha Vida; Copa do Mundo 2014; Olimpíadas 2016 e o Programa de Expansão do Ensino Técnico e Tecnológico, que tem relação com o objeto de estudo.

Em 2002 deu-se início à primeira etapa do Programa de Expansão do Ensino Técnico e Tecnológico, conforme mostra a Figura 1.1, beneficiando inúmeras instituições federais que ofereciam esse tipo de ensino, e grande parte dando origem aos Institutos Federais de Ensino (IFs).



Figura 1.1 Expansão da Rede Federal - (primeira e segunda etapa)
Fonte: <http://redefederal.mec.gov.br/>

Dados do Ministério da Educação indicam que o investimento atual na expansão da educação profissional é de R\$ 1,1 bilhão. Atualmente, são 354 unidades e mais de 400 mil vagas em todo o país. A terceira fase da expansão, com início em 2011, apresentou uma previsão de construir em 4 anos 208 unidades, totalizando até o final de 2014 563 unidades que, em pleno funcionamento, possam oferecer 600 mil vagas (MEC, 2013).

1.1 O Problema

De acordo constatações do Tribunal de Contas da União (TCU)¹ são inúmeras as irregularidades verificadas na execução das obras públicas no país. Dentre as irregularidades detectadas pela egrégia corte de contas, cabe destacar as seguintes: o superfaturamento; o jogo de cronograma; jogo de planilha e os aditivos contratuais.

São duas as possibilidades de aditivos em obras públicas: aditivo de tempo e/ou aditivo de valor. Os aditivos contratuais de tempo surgem da impossibilidade de cumprimento do cronograma estabelecido, acabam por prolongar a execução das obras públicas por prazos bem superiores ao estabelecido no contrato original, ou mesmo abandonando a execução da obra. Na segunda hipótese, tornaram-se uma artimanha para mascarar o valor da obra. Nas duas circunstâncias ocasionam prejuízos e transtornos para a administração pública brasileira.

Conforme divulgado pelo FISCOBRAS²(2012) os indícios de irregularidades constatados durante a fiscalização das obras são, dentre outros: licitação irregular;

¹ CF. Art. 71. O controle externo, a cargo do Congresso Nacional, será exercido com o auxílio do Tribunal de Contas da União, ao qual compete julgar as contas dos administradores e demais responsáveis por dinheiros, bens e valores públicos da administração direta e indireta...VI - fiscalizar a aplicação de quaisquer recursos repassados pela União mediante convênio, acordo, ajuste ou outros instrumentos congêneres, a Estado, ao Distrito Federal ou a Município;...

² Plano de fiscalização anual que engloba um conjunto de ações do TCU com o objetivo de verificar o processo de execução de obras públicas financiadas total ou parcialmente com recursos da União.

restrição à competitividade; projeto básico/executivo deficiente ou ausente e superfaturamento.

Nos últimos anos são crescentes os problemas apresentados na execução das obras públicas nos Institutos Federais, no que diz respeito ao cumprimento dos prazos estabelecidos no contrato original, gerando atrasos abusivos nos cronogramas bem como alteração do valor inicial pactuado.

1.2 Justificativa

Investimentos são, infelizmente, suscetíveis à irregularidades. A tecnologia de informação tem sido utilizada largamente no processo de análise de dados, para auxiliar na detecção de irregularidade. A Descoberta de Conhecimento em Base de Dados (DCBD) denota todo o processo de tornar dados de baixo nível em conhecimento de alto nível (GOEBEL E GRUENWALD, 1999).

A mineração de dados aplicada em bases de dados de instituições governamentais: *comprasnet.gov.br* (portal de compras governamentais), Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) e outros sistemas, têm produzido resultados satisfatórios, auxiliando o Governo na descoberta de irregularidades e o alcance de metas pré-estabelecidas (FERREIRA, 2008; REZENDE, 2004; SILVA, 2011).

Os aditivos contratuais, sejam de valor ou de tempo, ocasionam prejuízos tanto para a sociedade quanto para a administração pública. Quando resultantes de valor podem configurar superfaturamento ou sobrepreço, provocando desperdícios de recursos públicos bem como desequilibrando o orçamento do órgão responsável pela obra. Quando resultantes de tempo, provocam atrasos na execução da obra, que ocasiona demora no usufruto, pela comunidade escolar, dos benefícios esperados com a sua construção; transtornos e prejuízo financeiro para a administração, por aumentar os

gastos estimados com a obra. Para ilustrar, suponha que seja a construção de uma sala de aula ou biblioteca, os mobiliários que estavam com prazo de entrega previsto, ao recebê-los, além da necessidade de providenciar um ambiente para armazená-los haverá atraso no início das aulas.

1.3 Objetivo Geral

Em função das necessidades apresentadas, essa dissertação tem por objetivo principal identificar as características das obras que contribuem para as alterações no cronograma das obras públicas em dois Institutos Federais: um localizado em Goiás- Instituto Federal Goiano e outro em Tocantins - Instituto Federal do Tocantins, através de um modelo quantitativo baseado em técnicas estatísticas e mineração de dados.

Como objetivo secundário destaca-se:

- Preparar e ajustar os dados obtidos: na Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional; junto aos campi; Sistema Integrado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Ministério da Educação (SIMEC)³; Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (SIASG), que sejam passíveis de mineração através de uma metodologia;
- Definir a tarefa de Mineração de Dados (MD) e/ou técnicas estatísticas que melhor identifique o perfil das obras mediante a natureza das informações apresentadas;
- Escolher e aplicar uma tarefa, método e algoritmo de MD e/ ou estatística capazes de detectar padrão de comportamentos dos Institutos Federais na contratação de uma obra desde seu planejamento até sua contratação.

³ O SIMEC possui vários módulos, que atendem a funções administrativas básicas como programação orçamentária, planejamento de metas, gestão de projetos, cabe destaque o módulo de monitoramento de obras públicas executadas com recursos federais.

1.4 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho está formatada em capítulos, totalizando 6 capítulos.

Além do presente capítulo, a pesquisa apresenta a fundamentação teórica dispersa nos capítulos 2 e 3. No capítulo 2, discorre-se sobre o processo de Descoberta do Conhecimento em Base Dados (DCBD), CRISP-DM, bem como aplicações, conceitos, técnicas e ferramentas de Mineração de Dados (MD).

O capítulo 3 apresenta o contexto de aplicação da pesquisa, obras públicas, com seu arcabouço legal e posicionamento da corte de contas responsável pela fiscalização das obras públicas federais. Traz ainda conceitos, normas e procedimentos necessários para contratação de obras públicas. A última seção traz alguns trabalhos acadêmicos com certo grau de correlação com a área pesquisada.

O capítulo 4 apresenta a metodologia da pesquisa, detalhando todo o procedimento, a classificação, métodos e técnicas utilizadas para atingir o objetivo proposto na pesquisa.

O capítulo 5 descreve o modelo, a partir dos dados coletados do conjunto de obras pesquisadas nos Institutos Federais (IFs). Utilizando técnicas estatísticas-regressão, medidas de posição e dispersão, bem como uma técnica específica de MD, utilizando o algoritmo regras de associação, procura-se explicar o comportamento do modelo e detectar as fragilidades das etapas necessárias para elaboração e execução das obras públicas dos IFs.

Finalmente, no capítulo 6, são apresentadas as principais conclusões do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o procedimento de Descoberta do Conhecimento em Base Dados (DCBD), bem como as aplicações, conceitos, técnicas e ferramentas de Mineração de Dados (MD).

2.1 Descoberta de Conhecimento em Base Dados (DCBD)

Nas três últimas décadas, muitas organizações têm gerado uma grande quantidade de dados legíveis à máquina na forma de arquivo e banco de dados. O maior interesse e necessidade das empresas é transformar essa grande massa de dados de informação em conhecimento (ELMARSI e NAVATHE, 2011).

Graças à evolução dos recursos de tecnologia de informação é possível cada vez mais a coleta, armazenamento, processamento e descoberta de conhecimento em grande massa de dados através de Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados (DCBD) e Mineração de Dados (MD). A DCBD é o processo de extração de conhecimento novo, útil e interessante a partir de base de dados.

Para Goebel e Guenwald (1999), enquanto o termo DCBD é usado para representar o processo de tornar dados de baixo nível em conhecimento de alto nível, a MD pode ser definida como a extração de padrões ou modelos de dados observados.

A década de 1990 foi marcada pela explosão generalizada da busca por descoberta de conhecimento, em função da grande quantidade de dados disponíveis, buscando diminuir a distância entre geração e compreensão de dados (FRAWLEY, PIATETSKI-SHAPIRO, MATHEUS, 1991).

De acordo com Fayyad, *et al* (1996), a DCBD é o processo não trivial de identificar em dados, padrões válidos, potencialmente úteis e compreensíveis. Pode ser vista como uma atividade multidisciplinar. São características da DCBD:

- **Não trivial** – Significa que alguma pesquisa ou inferência está envolvida, a solução não é óbvia e tampouco os cálculos simples.
- **Padrões descobertos válidos** – Os padrões devem possuir algum grau de certeza, ser novos, válidos e úteis, com capacidade de gerar benefício ao usuário ou tarefa.
- **Padrões compreensíveis** – Deve haver clareza na solução encontrada, seja imediatamente ou após algum processamento posterior.
- **Multidisciplinar** – Abrange técnicas que vão além do âmbito de qualquer disciplina específica, como estatística, Inteligência Artificial (IA) e aprendizagem de máquina.

A aplicação do processo de DCBD, ilustrado na Figura 2.1, compreende muitas etapas, que envolvem desde a preparação de dados, a procura por padrões até a avaliação de conhecimentos, tudo repetido em várias iterações. Para que a aplicação seja bem sucedida todos os passos são importantes.

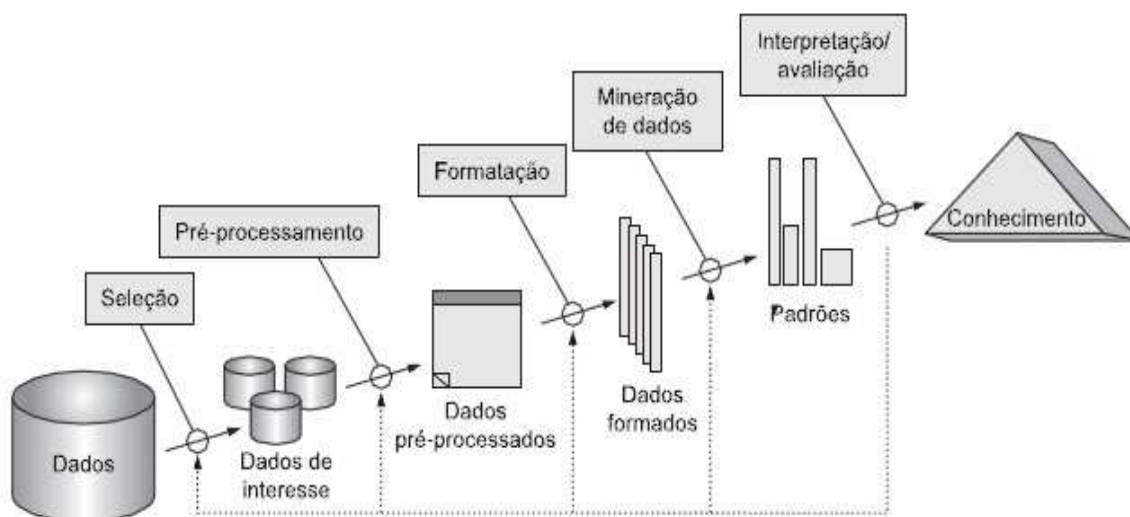


Figura 2.1: Processo DCBD.
 Fonte: Traduzido Fayyad, *et al* (1996)

As etapas do processo de DCBD descritas são conceituadas segundo Fayyad, et al (1996), da seguinte forma:

- **Compreensão do domínio de aplicação** – O primeiro passo é desenvolver um entendimento do domínio de aplicação e identificar qual o objetivo do processo sob o ponto de vista do cliente.
- **Seleção dos dados** – Localizar e escolher um conjunto ou subconjunto de dados em que a descoberta será executada.
- **Limpeza dos dados e pré-processamento** – Nessa etapa é feito a remoção de ruído, coleta de informações necessárias para execução do modelo ações para solucionar o problema de dados faltantes, repetidos, normalização (padronização), bem como verificar a existência de possíveis mudanças no comportamento dos dados alvo.
- **Redução dos dados e projeção** – Descoberta de características úteis para representar os dados, conforme o objetivo da tarefa. É feito a redução da dimensionalidade, transformação de métodos, variáveis e formas de representação dos dados, preparando-os para mineração.
- **Mineração de dados** – Escolha de um método para extração do conhecimento como, por exemplo, a classificação, regressão, agrupamento, associação, bem como do algoritmo e da ferramenta ideal para extração dos padrões úteis.
- **Interpretação e avaliação do conhecimento** - Interpretar padrões obtidos com a mineração, e caso não sejam consistentes, deve-se refazer os passos, voltar a alguma ou todas as fases anteriores. Nessa fase é possível visualizar os padrões e modelos extraídos.
- **Consolidação do conhecimento** – O conhecimento pode ser utilizado em outra ação ou mesmo apenas documentá-lo e apresentá-lo a parte interessada. Este processo também inclui a verificação e solução de

possíveis conflitos que surgiram no processo de extração do conhecimento.

2.2 Cross Industry Standard Process-Data Mining (CRISP-DM)

O *Cross Industry Standard Process-Data Mining* é um modelo de processo padrão de MD. O modelo foi concebido no final de 1996, para atender ao mercado de MD, por três veteranos desse mercado: DaimlerChrysler (então Daimler-Benz), *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS), então ISL e *National Cash Register Company* (NCR) (Chapman *et al* 2000).

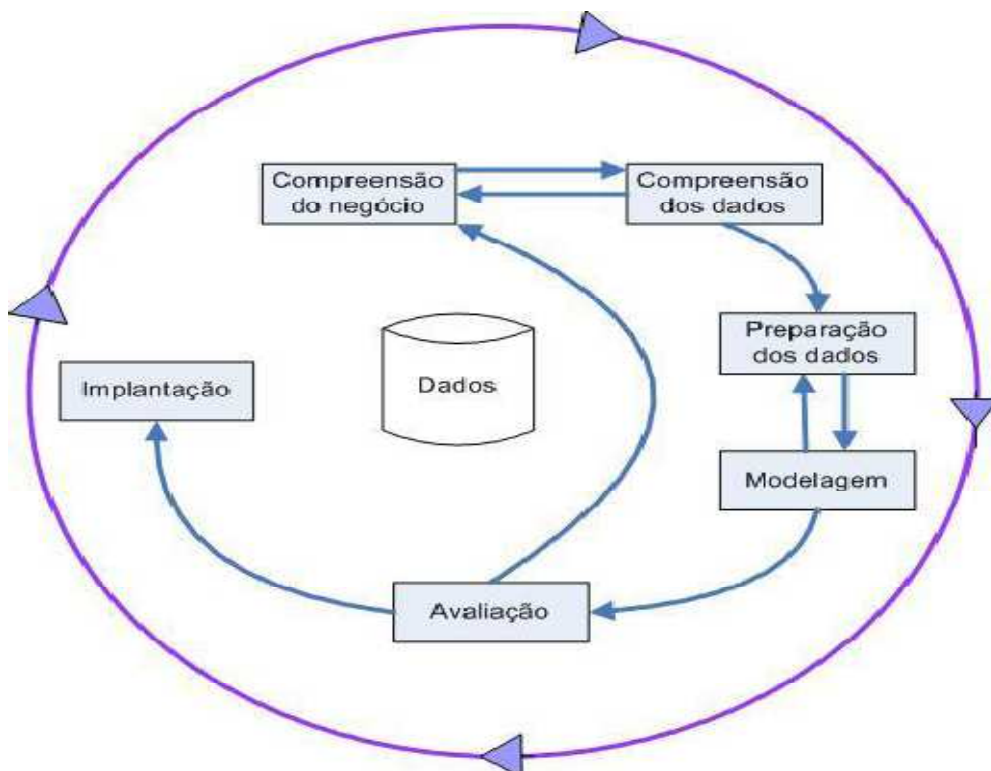


Figura 2.2: Fases do CRISP-DM modelo de referência
Fonte: Traduzido Chapman *et al* (2000)

O modelo mostra a sequência das fases desse processo de descoberta de conhecimento, com uma fase dependendo da outra, se inter-relacionando de maneira iterativa, havendo uma retroalimentação do sistema, conforme mostra a Figura 2.2. Para

Chapman *et al* (2000) o ciclo de vida do projeto compõe-se de seis fases, sendo que cada fase contém suas tarefas, podendo ser definido da seguinte forma:

- **Compreensão do Negócio** - Fase inicial que se concentra em entender os objetivos e requisitos do projeto a partir de uma perspectiva de negócios. Em seguida, deve-se converter esse conhecimento em uma definição do problema de mineração de dados e um plano preliminar projetado para alcançar os objetivos.
- **Compreensão dos Dados** – Nessa fase é desenvolvida a coleta de dados inicial e realizadas atividades que permitam ao analista familiarizar-se com os dados, identificar problemas de qualidade ou detectar subconjuntos interessantes e informações ocultas para formar hipóteses.
- **Preparação dos Dados** – Abrange todas as atividades necessárias para construir o conjunto de dados final, a partir dos dados brutos iniciais. Podem ser necessárias repetidas realizações de tarefas de preparação de dados, tais como transformação e limpeza de dados e seleção de atributos relevantes.
- **Modelagem** – Geralmente o analista dispõe de várias técnicas para o mesmo tipo de problema de MD. Nessa fase deve-se identificar requisitos relevantes em cada técnica e relacioná-los de acordo com os dados do problema, haja vista a especificidade de algumas técnicas relativas à forma de dados.
- **Avaliação** – Após a construção do modelo é necessário que o mesmo seja revisado e avaliado, antes de implantá-lo de maneira definitiva, assegurando-se de que não foi negligenciada nenhuma parte importante

do problema do negócio. O resultado é decisivo para implantação do modelo.

- **Utilização ou Aplicação** – O grande desafio não é apenas a criação do modelo, mas principalmente a utilidade e aplicabilidade do mesmo pelo cliente, para que esse possa futuramente compreender o que precisa ser realizado utilizando o modelo criado de forma eficiente. A implantação pode ser simplesmente na forma de um relatório ou através da repetição de implementação de MD.

2.3 Mineração de Dados (MD) – Conceitos e Aplicações

A MD ou *Data Mining* (DM) é o processo de descoberta automática de informações úteis em grandes depósitos de dados. Para processá-los, combina-se métodos tradicionais de análises de dados com algoritmos sofisticados (TAN, STEINBACK, KUMAR, 2009).

Para Fayyad, *et al* (1996), a mineração de dados é a exploração e a análise, por meio automático ou semi-automático, de grandes quantidades de dados, a fim de descobrir e extrair padrões e regras significativos, sendo uma etapa do processo de DCDB.

Berry e Linoff (2002) sustentam que a mineração de dados faz mais sentido quando há grandes volumes de dados. É certo que para construir e treinar modelos que serão utilizados para algumas tarefas de MD como classificação, previsão e estimativa, a maioria dos algoritmos de MD requerem grandes quantidades de dados. Entretanto, conforme Dias (2002), em trabalho sobre o tema, os principais objetivos da mineração de dados é descobrir relacionamento entre dados e fornecer subsídios para que possa ser feita uma previsão de tendências futuras baseadas no passado.

Apesar da maioria dos algoritmos de MD terem sido criados visando aplicações comerciais, suas técnicas e ferramentas são aplicáveis para diferentes finalidades, como, por exemplo, marketing, governamental, finanças e detecção de fraudes (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 Áreas de interesse na utilização de MD

ÁREA DE INTERESSE	FUNÇÃO
Marketing	A aplicação sistemática de técnicas de mineração proporciona análise de comportamento do consumidor com base nos padrões de compra; a determinação das estratégias de marketing que incluem propaganda, ponto de venda, segmentação de clientes, lojas ou produtos e outros (SHAW <i>et al</i> ,2013).
Detecção de fraudes	Detecção de irregularidades, por meio de indicadores de licitantes figurantes na modalidade licitatória denominada “pregão”, sistema de licitação eletrônica do governo federal operacionalizado no sistema <i>comprasnet</i> (REBOUÇAS, 2011).
Instituições governamentais	Delinear o perfil dos candidatos ao processo seletivo de admissão para o ensino superior (MARTINHAGO, 2005); Descoberta de padrões para melhorar coleta de impostos e evitar sonegação (PICCIRILLI, 2013); Estudar a relação entre a produtividade média dos pesquisadores x fomento x nível de formação dos pesquisadores (DIAS, 2002).
Finanças	Na área de crédito bancário, As aplicações incluem análise de crédito de clientes, auxiliem na tarefa de classificação de clientes em prováveis solventes ou insolventes em relação à tomada de crédito (LEMOS ,STEINER,NIEVOLA,2005).

Fonte: elaborada pela autora

Esclarecem Fayyad, et al (1996) que, conforme o objetivo da pesquisa, a MD pode ser aplicada a um processo de verificação ou descoberta. Na verificação, cabe ao sistema apenas verificar uma hipótese do usuário. Por outro lado, na descoberta a função do sistema é encontrar novos padrões e envolve duas funções: a predição e a descrição. No primeiro caso os dados são usados para prever valores não conhecidos ou futuros, e no segundo procura-se encontrar padrões interpretáveis descrevendo os dados.

A existência de um mecanismo capaz de transformar informação em conhecimento por si só não produz resultados satisfatórios e confiáveis. A experiência

do analista em utilizar métodos adequados é decisiva para que padrões úteis sejam encontrados, para a solução do problema, conforme os objetivos a serem alcançados.

Conforme destacam Sferra e Corrêa (2003), cada técnica de MD utilizada para conduzir suas tarefas adapta-se melhor a alguns problemas do que a outros. Assim, não existe um método de MD universalmente melhor. Para cada problema particular, tem-se uma técnica particular.

2.3.1 Tarefas de MD

Para alcançar as metas previstas existem diversas tarefas de MD que podem ser aplicadas com diferentes técnicas disponíveis no mercado. Para Turban, Sharda, Delen (2011), muitos problemas de naturezas diferentes podem ser solucionados utilizando alguma das seguintes tarefas: classificação, estimativa ou regressão, associação e agrupamento.

A Classificação é uma tarefa preditiva de aprender uma função alvo f que mapeie cada conjunto de atributos x para um dos rótulos de classe y pré-determinados (TAN, STEINBACK, KUMAR, 2009). Assim, é a possibilidade de atribuir as características de um objeto, que já tenha sido classificado, a um conjunto predefinido de dados, através da construção de um modelo e de um conjunto de treinamento. Esse tipo de classificação é denominada supervisionada.

Cabe ressaltar que a classificação lida com variáveis discretas: sim ou não; ótimo, bom, ruim; ave, peixe, mamífero, réptil. Como exemplos, tem-se a tendência do mercado financeiro, a classificação de candidatos de crédito como baixo, médio ou alto risco.

Para Berry e Linnof (2002), a estimativa ou regressão possibilita fornecer o valor para uma variável contínua desconhecida, a partir de alguns dados de entrada. Assim como a classificação é uma tarefa preditiva, a variável utilizada nesse tipo de problema

é uma variável contínua. Como exemplo de estimativa, têm-se a probabilidade que um paciente sobreviva, dado o resultado do conjunto de testes ou a estimativa de renda familiar total de uma família e a estimativa do número de crianças em uma família, dentre outros.

Segundo Goebel e Gruenwald(1999), a associação é a tarefa de identificar relações entre atributos e itens, a partir de um conjunto de itens de dados, podendo ser dentro do mesmo item de dados ou não. Dessa forma, há uma tentativa de descobrir quais itens tem relação forte entre si que possuem afinidade e comportamento semelhantes. Um dos melhores exemplos é da análise do carrinho de compras. Como exemplo, as transações da Tabela 2.2 mostram os itens adquiridos em cada operação.

Tabela 2.2 Exemplo de base de dados (carrinho de compras)

N ° da Transação	Conjunto de itens comprados
1	{Manteiga, pão, leite, fraldas, chá}
2	{Açúcar, Café, biscoitos, carne}
3	{Pão, manteiga, café, fraldas, leite, ovos}
4	{Ovos, pão, manteiga}
5	{Chá, ovos, laranja, fraldas, leite}
6	{Carne, fraldas, leite}
7	{Pão, banana, leite, sal}
8	{ Pão, maçã, açúcar, ovos }

Fonte: Adaptado Tan, Steinback, Kumar, (2011)

A análise aponta quais itens são frequentemente comprados juntos, como por exemplo, a situação em que pão e ovos são comprados no mesmo carrinho (transação).

Com essas informações é possível auxiliar a empresa no processo de decisão, como por exemplo, desenvolver campanhas de marketing, dispor as mercadorias em prateleiras, de forma que os itens que costumam ser adquiridos juntos estejam próximos uns dos outros.

O agrupamento ou *clustering* é a tarefa de segmentar uma população heterogênea em um número de subgrupos mais homogêneos ou *cluster* (BERRY E LINNOF, 2002). É uma tarefa descritiva, cujos registros são agrupados com base na similaridade que possuem entre si, sem classes pré-definidas.

Pode ser o primeiro passo para realizar outras tarefas de mineração. Como no exemplo apresentado em Silva (2011), na procura por grupos suspeitos de formar cartéis em licitação, segmentou-se o espaço para perceber quais regiões no país aonde as empresas normalmente participam formando mercado de licitações, para somente depois aplicar regras de associação.

2.3.2 Técnicas e algoritmos de MD

Após escolher a melhor tarefa para solução do problema, deve-se optar por determinada técnica de MD. A escolha da técnica de mineração a ser aplicada não é algo fácil nem rápido.

Na escolha da técnica de MD deve-se considerar que tipo de dados o usuário dispõe e qual a melhor tarefa se aplica ao caso concreto. Berry e Linoff (2002) sugerem que para a seleção da técnica deve-se primeiro traduzir o problema a ser resolvido em séries de tarefa de MD e compreender a natureza dos dados disponíveis em termos de conteúdo e tipo.

Na seleção da técnica deve-se primeiro estabelecer uma meta comercial, tal como, por exemplo, “manter clientes” e transformá-la em uma ou mais tarefas de MD. Em segundo lugar, determinar as características dos dados (DIAS, 2002). A Tabela 2.3 apresenta algumas características de dados.

Tabela 2.3 Características de dados

Característica	Descrição	Técnicas de MD
Variáveis de categorias	Campos que apresentam valores	Descoberta de regras de

	de um conjunto de possibilidade limitado e predeterminado	associação Árvores de decisão
Variáveis numéricas	São as que podem ser somadas e ordenadas	Raciocínio baseado em casos Árvores de decisão
Muitos campos por registro	Os métodos de MD variam na capacidade de processar grandes números de campos de entrada	Árvores de decisão
Variáveis múltiplas dependentes	Caso em que é desejado prever diferentes variáveis baseadas nos mesmos dados de entrada	RNA

Fonte: Dias (2002)

Dentre as técnicas disponíveis merecem destaque Árvores de Decisão; Redes Neurais Artificiais (RNA) e Regras e Associação.

Árvore de decisão é um modelo preditivo, visualizada como uma árvore, onde cada galho é uma pergunta de classificação e as folhas são partições do conjunto de dados com suas classificações (GUIMARÃES, 2000).

Os algoritmos que fazem o particionamento dos dados, tentam reunir em cada galho os dados que pertençam à mesma classe. Santos (2013) destaca duas principais vantagens dessa técnica: clareza na explicação de quais decisões são tomadas e sobre quais atributos e realização de poda o que aumenta sua precisão.

Por exemplo, no setor de telecomunicações, é possível fazer a classificação de clientes que não renovam contrato telefônico, conforme ilustrado na árvore de decisão apresentada na Figura 2.3.

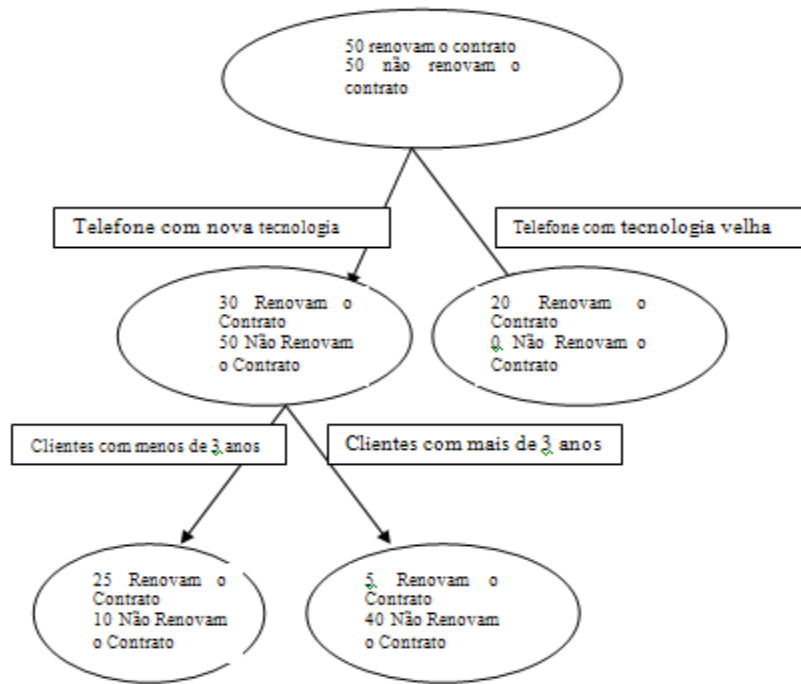


Figura 2.3: Classificação de clientes que não renovam contrato telefônico
 Fonte: adaptado Guimarães (2000)

Considerando uma quantidade de 100 clientes a partir do nó raiz, a classificação avalia a quantidade de renovação. É possível visualizar quais decisões são tomadas e sobre quais atributos. Árvores podem ser usadas na solução de problemas que utilizem tarefas de classificação e sumarização.

Redes neurais artificiais é uma técnica inspirada no cérebro humano que utiliza sistemas computacionais, organizados de forma similar ao sistema neural biológico, capazes de solucionar problemas de classificação a partir do treinamento e armazenamento dos dados de entrada. Segundo Haykin (2001), a RNA se assemelha ao cérebro humano pela capacidade de adquirir conhecimento, a partir de seu ambiente, através de um processo de aprendizagem e a utilização das forças de conexão entre os neurônios, conhecido como pesos sinápticos, para armazenar conhecimento adquirido. A RNA pode ter uma arquitetura simples, conhecida como um *perceptron*, que consiste de dois tipos de neurônios ou nódo: de entrada, que representa os atributos de entrada e

de saída que representa a saída do modelo, interligados através de ligações ponderadas, mostrada na Figura 2.4, ou pode ser mais complexa, com diversas camadas intermediárias entre as camadas de entrada e saída, conforme mostrado na Figura 2.5, (TAN, STEINBACK, KUMAR, 2009).

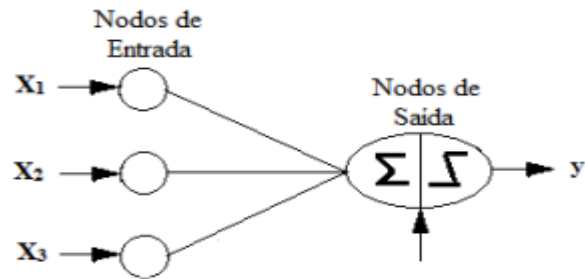


Figura 2.4 :Rede *perceptron* Fonte: (Tan, Steinback, Kumar, 2011)

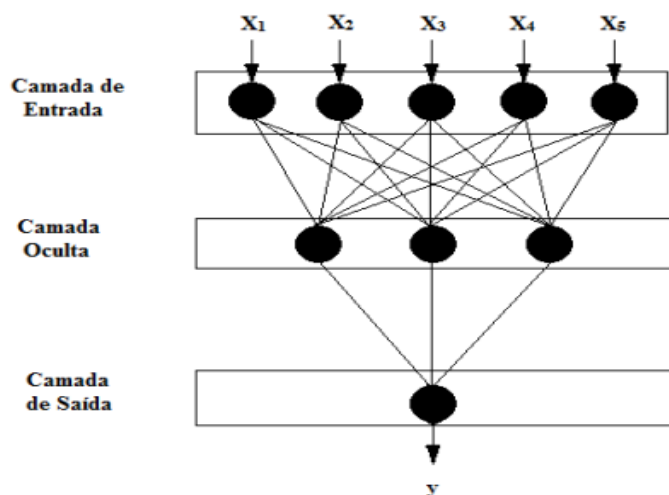


Figura 2.5: Rede *multicamadas* Fonte: (Tan, Steinback, Kumar, 2011)

Conforme Agrawal, Imielinski e Srikant (1993) as regras de associação são tarefas que buscam relacionamentos entre itens em base de dados de transação passada, que auxiliem na tomada de decisão em supermercados. Embora em sua concepção estivesse voltada para o setor de supermercados, tem sido utilizada cada vez mais em diferentes áreas de aplicação como na Web, identificando páginas que sejam acessadas juntas, ou em propostas de compreensão de relacionamentos entre diferentes elementos,

sejam de natureza física, biológica ou social. Essa transação pode consistir nos artigos comprados por um cliente em determinado período de tempo.

As regras fazem associação do tipo “se condição x; então condição y. Nesse caso, x e y correspondem a conjunto de eventos que ocorrem com certa frequência na base de dados.

O algoritmo APRIORI, o primeiro e mais utilizado algoritmo a tratar exclusivamente de problema de extração de regras de associação, identifica relações de dependência transformando-as em regras de associação do tipo $X \rightarrow Y$ (se X ocorre então Y também ocorre), a partir do modelo suporte-confiança (CHEN, HAN, YU, 1996).

As regras de associação devem ter parâmetros capazes de aferir a eficácia e relevância das mesmas. Conforme Santos (2013), dois desses indicadores são o suporte e a confiança, onde suporte é o número de eventos onde X e Y aparecem juntos divididos pelo número total de casos da base de dados e a confiança é o número de eventos onde X e Y aparecem divididos pelo número de eventos onde X aparece.

2.3.3 Ferramentas de MD

A escolha pelo usuário de uma ferramenta que apresente o melhor desempenho para resolução do problema de MD é indispensável para o sucesso da aplicação de DCBD.

Conforme indicam Goebel e Grenwald (1999), na escolha de uma ferramenta de MD deve-se considerar a habilidade de acesso à fonte de dados, tipos de linguagem e sua capacidade de inclusão de modelos de dados orientados a objetos, de processamento com relação ao tamanho do banco de dados, de manipulação de atributos e de processamento com relação ao número de tabelas/atributos.

O mercado disponibiliza várias ferramentas de MD, como Aira Data Mining, Super Query Discovey Edition, Super Query Office Edition, Xaffinity, e CBA (GONÇALVES E FREITAS, 2002). Entretanto, uma das ferramentas mais utilizadas nos trabalhos pesquisados dessa dissertação, é a ferramenta *Waikato Environment for Knowledge Analysis* (WEKA).

2.3.4 Ferramenta WEKA

O software, desenvolvido pela Universidade Waikato – Nova Zelândia e implementado na linguagem Java, é carregado com diferentes algoritmos com capacidade de executar tarefas de MD. Seus arquivos possuem extensão ARFF e apresenta como uma de suas principais características a portabilidade, que possibilita seu processamento em diferentes plataformas. Tanto o software, como um livro sobre uso da ferramenta, estão disponíveis no site: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>.

A tela inicial do WEKA apresenta algumas interfaces gráficas, que permitem acesso fácil às suas funções, dentre as quais cabe destacar o Explorer, detalhado na Figura 2.6.

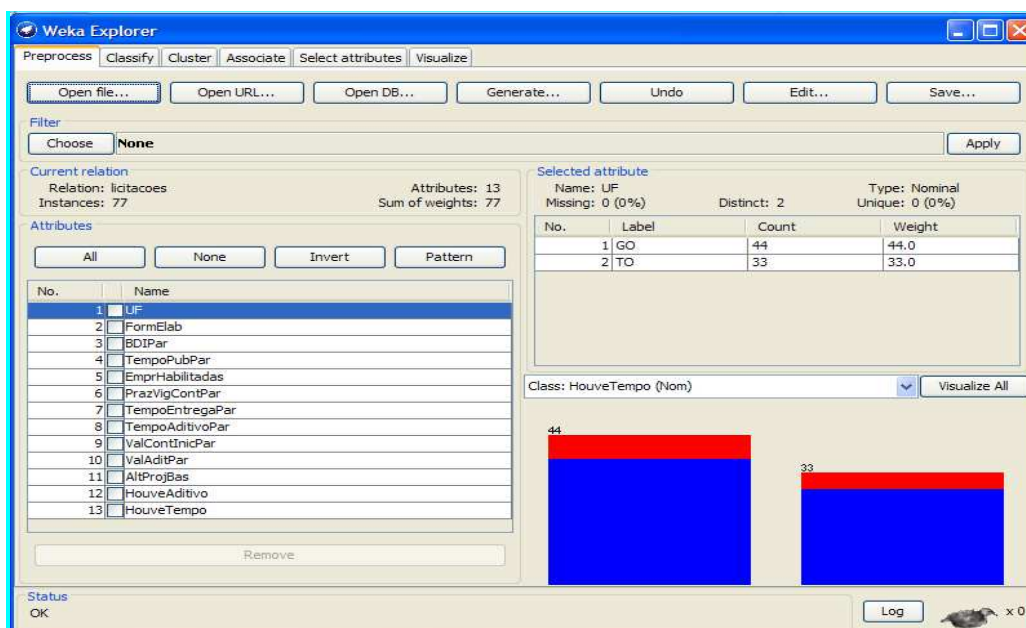


Figure 2.6: Interface Explorer
Fonte: Weka

A principal interface gráfica com o usuário é o "Explorer", onde, através de um painel, é possível acessar diferentes pacotes para auxiliar no processo de mineração. No primeiro pacote, denominado “*preprocess*”, os dados podem ser carregados e transformados usando filtros e ferramentas de pré-processamento do WEKA. Os pacotes seguintes: *Classify*, *Cluster* e *Associate*, permitem acesso às tarefas de MD de classificação, regressão, agrupamento e associação, utilizando algoritmos específicos, para executar as tarefas, conforme tabela 2.4 Na sequência, os demais pacotes possuem diferentes utilidades, cabendo ao usuário detalhar o sistema para extrair o máximo que a ferramenta oferece.

Tabela 2.4 Descrição de alguns pacotes do *Explorer*

Interface	Pacote	Descrição
<i>Explorer</i>	<i>Preprocess</i>	Os dados podem ser carregados e transformados usando filtros e ferramentas de pré-processamento
	<i>Classify</i>	Implementa vários tipos de classificadores como árvores de decisão, RNA, Tabelas de Decisão, etc.
	<i>Clusterer</i>	Implementa os algoritmos: EM, SimpleKMeans e CobWeb.
	<i>Associate</i>	Implementa o algoritmo <i>apriori</i>
	<i>Select ttributes</i>	Implementa algoritmos para seleção de atributos de um conjunto de treinamento, baseado na influencia de cada atributo para classificação

Fonte: Adptado Salgado 2002

Conforme Hall *et al* (2009) o uso dessa ferramenta tem sido bem sucedido devido ao fato da mesma ser um software livre, com amplo acesso ao código fonte. Assim, além de oferecer um conjunto de ferramentas de aprendizagem de algoritmos, possui uma estrutura na qual permite aos usuários implementar novos algoritmos, sem ter que se preocupar com o apoio de infra-estrutura para manipulação de dados.

2.4 Teste Estatístico - Validação da MD

Uma importante fase no processo de descoberta do conhecimento é o pós-processamento, pois nessa fase os resultados produzidos pelas ferramentas de MD são manipulados com o objetivo de melhorar o conhecimento descoberto, (BURKLE, 2006).

Segundo Devore (2013), o teste quiquadrado é um teste estatístico, que pode ser usado na análise de dados categorizados, e mede a discrepância entre os números observados nas categorias e os números esperados, quando H_0 é verdadeiro.

O teste quiquadrado é um teste de aderência, simbolizado por χ^2 , utilizado para testar hipóteses, cujo objetivo é encontrar o valor da dispersão entre duas variáveis qualitativas, avaliando a associação entre as mesmas.

Os testes de aderência são usados para avaliar afirmações feitas sobre a distribuição de valores numa população, onde as hipóteses podem ser assim consideradas: H_0 : o dado é equilibrado; H_1 : o dado não é equilibrado (STEVENSON, 1981).

Uma hipótese estatística é uma afirmativa sobre a distribuição de probabilidade de uma variável aleatória, onde H_0 : hipótese nula; H_1 : hipótese alternativa (HINES et al, 2013).

Diferentes medidas são utilizadas para indicar o grau de associação entre as variáveis analisadas pelo teste quiquadrado, como por exemplo, o coeficiente de contingência, coeficiente de Tchuprov, coeficiente de Cramer.

O Coeficiente de Contingência (CC) avalia a associação entre dois conjuntos de atributos, com medidas de significância que variam de 0 a 1, quanto mais próximo o resultado for de 1, melhor o coeficiente de contingência. Por outro lado se o valor for igual a zero, significa que não existe nenhuma associação.

3 CONTEXTO DE APLICAÇÃO

O contexto de aplicação da pesquisa é descrito da seguinte forma: na seção 3.1 são apresentados conceitos, normas e procedimentos para contratação de obras públicas e na seção 3.2 alguns trabalhos acadêmicos que possuem correlação com a área pesquisada.

3.1 Obra Pública

Obra pública é “toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta” (BRASIL, 1993). É considerada execução direta aquela realizada pelos órgãos e entidades da Administração pública, utilizando seus próprios meios de execução. Por outro lado, a execução indireta ocorre quando o órgão ou entidade contrata com terceiros, a execução da obra, através de licitação⁴.

Para Cretella Júnior (2001), obra pública é toda atividade que recai sobre imóveis, exercida direta ou indiretamente, por pessoa jurídica pública, na consecução de seus próprios fins.

Segundo Mello (2010), obra pública é a construção, reparação, edificação ou ampliação de um bem imóvel pertencente ou incorporado ao domínio público.

A expressão obra pública abrange várias modalidades de empreendimentos com diferentes finalidades tais como: urbanização (ruas, praças, metrô, estádios etc.); utilidade pública ou edifício público (rodovias, portos, usinas hidrelétrica ou atômica, aeroportos etc.); equipamento administrativo (instalações e aparelhamento para o serviço público) e edifícios públicos (escolas, presídios, repartições públicas etc.) (MEIRELLES, 2010).

⁴ Lei 8666/93

Art. 2º As obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação, ressalvadas as hipóteses previstas nesta Lei.

A lei 8.666/93, ou lei de licitações, estabelece normas gerais de licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, sendo a licitação uma fase indispensável à contratação de uma obra pública, salvo os casos previstos na própria lei.

Dessa forma, a execução de uma obra pública submete-se a regramentos legais e deve seguir determinados critérios previamente estabelecidos, bem como atender aos princípios previstos na constituição e na lei de licitações.

Conforme disposto no art. 7^o da referida lei, a execução de uma obra pública deve obedecer uma sequencia de procedimentos, quais sejam: projeto básico; projeto executivo; execução da obra ou serviços, ou seja não basta a execução dos procedimentos, mas é imprescindível a ordem estabelecida no texto legal.

Para o TCU, a conclusão de uma obra pública envolve uma série de etapas, apresentadas na Figura 3.1. O cumprimento ordenado dessas etapas leva à obtenção de um conjunto de informações precisas que refletirão em menor risco de prejuízos à Administração (TCU, 2009).

Assim, é de fundamental importância que os órgãos públicos, ao iniciar uma obra, tenham conhecimento e se comprometam em cumprir todas as ações previstas na lei e recomendadas pelo TCU, principalmente as que se iniciam muito antes da licitação propriamente dita, capazes de mitigar freqüentes transtornos presentes nesse tipo de empreendimento.

Ressalte-se ainda que o cumprimento das etapas envolve diferentes departamentos. Assim, a cada etapa posterior, deve-se verificar o cumprimento das fases anteriores do processo, apenas se o resultado for positivo, o mesmo deve ter prosseguimento, caso contrário, esse deve retornar à etapa anterior.

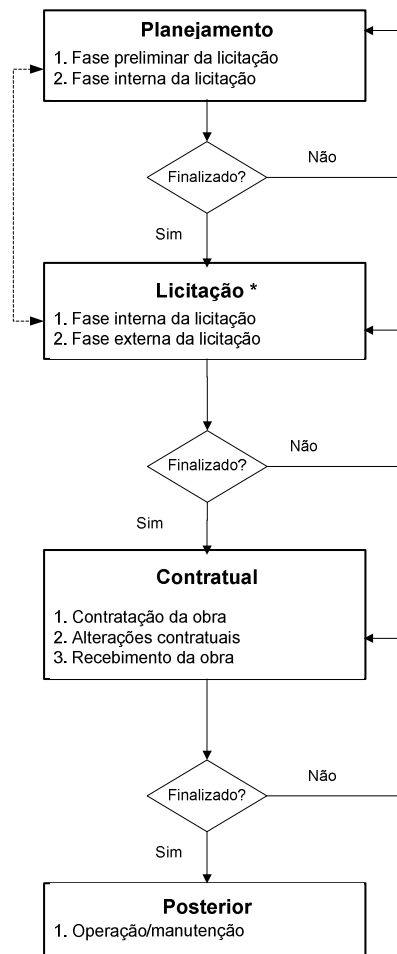


Figura 3.1: Fluxograma de procedimentos
 Fonte: Adaptado pela autora TCU (2009); SANTA CATARINA (2009)

3.2 Planejamento de Obra Pública

Planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos que devem ser atingidos e como se deve fazer para alcançá-los. Dessa forma, trata-se de um modelo teórico para o futuro (CHIAVENATO, 2000).

Conforme Megginson, Mosley, Pietri Jr.,(1998), o planejamento pode ser definido como o processo de estabelecer objetivos ou metas, determinando a melhor maneira de atingi-las.

O planejamento de uma obra é fase fundamental para que ocorra uma correta e eficiente contratação futura. Um planejamento eficaz diminui ou mesmo evita

desperdícios de recursos e desvios de metas, aumentando e melhorando os resultados da gestão (SANTA CATARINA, 2009).

O sucesso de qualquer empreendimento está relacionado ao seu planejamento. Aquilo que não é planejado é improvisado e a administração pública não pode pautar suas ações no improviso.

A construção de uma obra pública deve partir de um plano bem elaborado, capaz de definir com clareza todas as ações que envolvem o empreendimento pretendido. O gestor precisa estabelecer de forma detalhada o que ele deseja, o quanto está disposto a investir e sob quais condições o empreendimento está sendo desenvolvido. Somente assim poderá evitar várias situações de riscos ao poder público, como os tão frequentes e indesejáveis aditivos contratuais.

Para Park, Bonis, Abud (1997), administrar é um processo de planejamento, organização, liderança e controle do trabalho dos membros da organização e do emprego de todos os outros recursos organizacionais para atender aos objetivos estabelecidos.

Em comentário sobre a importância do planejamento e dos prejuízos causados pela sua ausência na contratação das obras públicas, no acórdão 632/2012, o ministro Augusto Sherman assinala que:

Há tempo o TCU vem se deparando, em suas auditorias, com problemas advindos da falta de planejamento adequado das obras. As obras são contratadas com projetos não definitivos, deficientes e precários para a adequada estimativa do seu custo, dificultando o cumprimento de prazos e a manutenção do custo inicial licitado para esses empreendimentos, dadas as sucessivas modificações durante a fase construtiva (TCU, 2012).

A conclusão de uma obra pública depende de várias etapas, começa com uma fase preliminar, em seguida a licitação e finalmente a fase contratual, a partir daí a obra começa sua execução.

3.2.1 Fase preliminar da licitação

Na fase preliminar, importantes decisões são tomadas: define-se o que será realizado, qual a finalidade, suas principais necessidades, de que maneira e onde será realizado bem como os recursos destinados ao empreendimento.

É nesse momento que começa a concepção da obra pública. Passar para as demais fases de uma licitação sem a sinalização positiva da viabilidade do empreendimento pode resultar no desperdício de recursos públicos pela impossibilidade de execução da obra, por dificuldades em sua conclusão ou efetiva futura utilização (TCU, 2009). Em tal fase, deve-se atentar para as seguintes questões:

- **Programa de necessidades** - Define o universo de empreendimentos que deverão ser relacionados para estudos de viabilidade e as características básicas de cada empreendimento: finalidade, área de influência, abrangência dos serviços, dimensões, entre outros aspectos. É o ponto de partida para elaboração de projetos de engenharia, incluindo as especificações técnicas de materiais e serviços, orçamento da obra, cronograma físico-financeiro, projetos básicos e executivos e o plano da licitação.
- **Escolha do terreno** – Nesse momento, após definição do local da obra, deve-se fazer a sondagem do terreno, que define partes importantes do projeto básico como aterro e fundações. Define ainda a questão das licenças dos órgãos ambientais e outros concessionários como de água e energia, bem como a propriedade do terreno. Nesse momento será possível constatar a possibilidade e o prazo necessário para o fornecimento de serviços de concessionárias.
- **Estudo de Viabilidade Técnica Econômica Ambiental (EVTEA)** - Sucede o programa de necessidades e contempla a análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental do empreendimento, devendo ser feita por equipe

qualificada. O estudo de viabilidade técnica diz respeito às alternativas para realização da obra, envolvendo simultaneamente o levantamento, a coleta, a observação, o tratamento e a análise de dados de engenharia, de natureza técnica e por outro lado, a viabilidade econômica, que demonstra se as alternativas de engenharia apresentadas são economicamente viáveis. Ao final, elabora-se um pré-orçamento e considera-se o custo/benefício da obra. A viabilidade ambiental demonstra o impacto da obra no ambiente. É apenas uma avaliação prévia, podendo ser feita pelo próprio órgão. Nesse momento deve ser encaminhada a solicitação de licença ambiental prévia ao órgão ambiental competente.

- **Anteprojeto** - É a representação técnica do resultado da melhor opção técnica, econômico e ambiental aprovada na etapa anterior. Deve apresentar os principais elementos – plantas baixas, cortes e fachadas – de arquitetura, da estrutura e das instalações em geral do empreendimento além de determinar o padrão de acabamento e o custo médio. Deve ser elaborado somente no caso de obras de maior porte (TCU, 2012).

3.2.2 Fase interna da licitação

Essa fase da licitação está presente tanto na etapa planejamento, quanto na Licitação.

Após definir o empreendimento inicia-se a elaboração do edital, dos projetos e demais documentos que farão parte do processo. O procedimento licitatório inicia-se com a abertura do processo administrativo devidamente autuado e protocolado, conforme previsto na lei de licitações. A partir daí todas as peças devem ser numeradas e juntadas de forma cronológica nos autos.

Projeto básico

O projeto básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo ou detalhamento (CONFEEA, 1991).

Visando uniformizar e detalhar o entendimento quanto à definição de Projeto Básico especificada na Lei Federal 8.666/93 e 8.987/1995, a OT-IBR 01/2006⁵ traz o seguinte:

Projeto Básico é um conjunto de desenhos, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamento, cronograma e demais elementos técnicos necessários e suficientes à precisa caracterização da obra a ser executado, atendendo às Normas Técnicas e à legislação vigente, elaborado com base em estudos anteriores que assegurem a viabilidade e o adequado tratamento ambiental do empreendimento (IBRAOP, 2006).

Elaboração e eficiência do Projeto Básico

O projeto básico é o elemento mais importante na execução de obra pública. Falhas em sua definição ou constituição podem dificultar a obtenção do resultado almejado pela Administração (TCU, 2009).

Entendimento já defendido por Pacheco Filho (2004) destaca a relação causal entre paralisações de obras públicas no Brasil e seus projetos, sejam eles os Projetos Básicos ou os Projetos Executivos. Lembra ainda que a fiscalização do TCU, por intermédio dos Levantamentos de Auditoria realizados por suas Secretarias de Controle Externo tem comprovado a inexistência de projetos adequados para a maioria das obras públicas no Brasil.

A precariedade do projeto básico pode levar à incidência de alterações no seu escopo e, conseqüentemente, à edição de aditivos, que resultam em atrasos e em

⁵ Por meio do Acórdão 632/2012-TCU- Plenário, o Tribunal determinou que as orientações constantes da referida OT sejam observadas nas fiscalizações de obras públicas a seu cargo.

aumento do custo da obra inicialmente estimada. Estas falhas e impropriedades podem ocasionar a responsabilização tanto do executor do projeto básico, quanto de quem o aprovou (SANTA CATARINA, 2009)

O projeto básico pode ser elaborado pelo próprio órgão, caso possua no quadro corpo técnico com qualificação exigida e inscrição no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), ou contratado com terceiros, e nesse caso, após a elaboração, deve ser encaminhado ao órgão para aprovação pela autoridade competente, segundo exigência legal, devendo possuir os requisitos estabelecidos na lei de licitações, conforme assevera o TCU (2009):

- possuir os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto a ser contratado.
- ter nível de precisão adequada.
- ser elaborado com base nos estudos técnicos preliminares que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento.
- possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos executivos e do prazo de execução.

Eficiência do projeto básico

Medir a eficiência do projeto básico é tarefa difícil e altamente complexa. Entretanto, no que diz respeito ao custo do empreendimento, o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) defende que o projeto básico deve ser capaz de definir as quantidades e os custos de serviços e fornecimentos com precisão compatível com o tipo e porte da obra, de tal forma a determinar o custo global da obra com precisão de mais ou menos 15% (CONFEA,1991).

Por conseguinte, a Cartilha de obras do TCU apresenta um resumo, ilustrado na Tabela 3.1, sobre o nível de precisão adequado para os projetos de obra pública.

Tabela 3.1- Nível de precisão de projetos

TIPO	PRECISÃO	MARGEM DE ERRO %	PROJETOS	ELEMENTOS NECESSÁRIOS
Avaliação	Baixa	30	Anteprojeto	<ul style="list-style-type: none"> • Área construída • Padrão de acabamento • Custo unitário básico
Orçamento sintético	Média	10 a 15	Projeto Básico	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas principais • Especificações básicas • Preços de referência
Orçamento analítico	Alta	5	Projeto Executivo	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas detalhadas • Especificações completas • Preços negociados

Fonte: Cartilha de obras públicas (TCU, 2009)

No mesmo sentido e na tentativa de minimizar o impacto de alterações em contratos de obra pública decorrentes de alterações contratuais, o legislador, por meio da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) em seu art. 102, estabelece que as alterações contratuais sob alegação de falhas ou omissões em qualquer das peças, orçamentos, plantas, especificações, memoriais e estudos técnicos preliminares do projeto não poderão ultrapassar, no seu conjunto, 10% (dez por cento) do valor total do contrato (BRASIL, 2012). Para isso, deve constar no edital e no contrato cláusula expressa de concordância do contratado com a adequação do projeto básico, aplicando-se o limite no caso de adoção do regime de empreitada por preço global.

Elementos do Projeto Básico

Para o TCU, existem elementos essenciais que são os mínimos que devem constar em um Projeto Básico. Cientes da importância do Projeto Básico, bem como da escassez de parâmetros para nortear a elaboração do mesmo, o IBRAOP (2006) detalha

todos os elementos que devem compor a elaboração de um projeto básico, de acordo o tipo da obra, para maior nível de detalhe explicita o conteúdo técnico de cada elemento.

A Orientação Técnica 01/2006 apresenta os diferentes tipos de classificação para as obras, dentre as quais cabe destacar as obras de edificação e de pavimentação urbana. O aludido documento especifica ainda os elementos técnicos e componentes essenciais que devem compor o projeto básico das referidas obras, bem como os componentes essenciais de um projeto básico, quais sejam: desenhos, memorial descritivo, especificações técnicas, orçamento e cronograma físico-financeiro (IBRAOP, 2006; TCU, 2012). Segue abaixo os elementos principais do projeto básico:

- **Licença ambiental** – No ato da elaboração do projeto básico, é necessário verificar se o empreendimento necessita de licenciamento ambiental, conforme dispõem as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 001/1986 e nº 237/1997 e da Lei nº 6.938/1981. Se necessário, deve-se elaborar Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), como partes integrantes do Projeto Básico (TCU, 2009).
- **Levantamento topográfico** - Desenho com levantamento planialtimétrico.
- **Sondagem** - Necessária para definir os parâmetros do solo ou rocha. Realizado através de locação dos furos e descrição das características do solo, bem como perfil geológico do terreno.
- **Desenho** - Representação gráfica do objeto a ser executado, elaborada de modo a permitir sua visualização em escala adequada, demonstrando formas, dimensões, funcionamento e especificações, perfeitamente definida em plantas, cortes, elevações, esquemas e detalhes, obedecendo às normas técnicas pertinentes.

- **Memorial descritivo** - Descrição detalhada do objeto projetado, na forma de texto, onde são apresentadas as soluções técnicas adotadas, bem como suas justificativas, necessárias ao pleno entendimento do projeto, complementando as informações contidas nos desenhos referenciados anteriormente.
- **Especificação técnica** - Texto no qual se fixam todas as regras e condições que deve-se seguir para a execução da obra ou serviço de engenharia, caracterizando individualmente os materiais, equipamentos, elementos componentes, sistemas construtivos a serem aplicados e o modo como serão executados cada um dos serviços apontando, também, os critérios para a sua medição.
- **Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)** - O Projeto Básico e seus elementos devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado e com registro da respectiva ART⁶. Conforme manifestação do TCU⁷ é necessário que o órgão contratante, para que possa evidenciar autorias e atribuir responsabilidades, colha a assinatura dos responsáveis por cada etapa do projeto básico (caderno de especificações, caderno de encargos, plantas, orçamentos, etc.).
- **Cronograma físico-financeiro** - Representação gráfica do desenvolvimento dos serviços a serem executados ao longo do tempo de duração da obra demonstrando, em cada período, o percentual físico a ser executado e o respectivo valor financeiro despendido.
- **Orçamento detalhado em planilhas** - Avaliação do custo total da obra composto do custo direto da obra, somatório do produto “quantitativo x custo

⁶ Art. 13º da Lei nº 5.194/1966.

⁷ Acórdão nº 1.387/2006-Plenário, quesito 9.1.3. Relator: Ministro Walton Alencar Rodrigues. Brasília, 9 ago. 2006.

unitário” - com base nos preços dos insumos praticados no mercado ou valores de referência e levantamento de quantidade de materiais e serviços mais taxa de BDI.

A inconsistência ou inexistência dos elementos que devem compor o projeto básico poderá ocasionar problemas futuros, dentre os quais alterações de especificações técnicas, em razão da falta de estudos geotécnicos ou ambientais adequados, alterações contratuais em função da insuficiência ou inadequação das plantas e especificações técnicas, envolvendo negociação de preços (TCU, 2009).

Bonificações de Despesas Indiretas (BDI)

A LDO (Art. 102, § 7º) reafirma que o preço de referência das obras e dos serviços de engenharia será aquele resultante da composição do custo unitário direto do sistema utilizado, acrescido do percentual de BDI. Na composição do BDI deve-se evidenciar, no mínimo: taxa de rateio da administração central, percentuais de tributos incidentes sobre o preço do serviço, taxa de risco, seguro e garantia do empreendimento e taxa de lucro (BRASIL, 2012).

- **Custo direto da obra** - O custo direto total da obra é obtido pelo somatório do produto “quantitativo x custo unitário” de cada um dos serviços necessários para a execução do empreendimento é o que está constante na planilha orçamentária e financeira.
- **Custo indireto da obra ou BDI** – É a taxa correspondente às despesas indiretas e ao lucro que, aplicada ao custo direto de um empreendimento (materiais, mão-de-obra, equipamentos), eleva-o a seu valor final (MENDES E BASTOS, 2001).

O percentual apurado no BDI incide sobre os custos diretos, elevando o valor final da obra, calculado por meio da seguinte fórmula⁸.

$$BDI = \left[\frac{(1+AC/100)(1+DF/100)(1+R/100)(1+I/100)}{\left(1 - \left(\frac{I}{100}\right)\right)} \right]$$

AC = taxa de rateio da Administração Central; DF = taxa das despesas financeiras; R = taxa de risco, seguro e garantia do empreendimento; I = taxa de tributos; L = taxa de lucro.

A fórmula acima embasou o Acórdão 2.369/2011-TCU - Plenário e deve ser utilizada na adoção de BDI superior ao paradigma. A partir dessa são feitas as análises das justificativas por aquela corte por ocasião de auditorias (TCU, 2012).

O TCU tem, há algum tempo, abordado o tema relativo ao BDI para obras públicas em suas deliberações. É crescente a preocupação daquele Tribunal acerca da possibilidade de distorções nos valores contratados com a administração pública em decorrência de inclusões indevidas de itens na constituição do grupo denominado despesas indiretas. Suas decisões têm buscado a padronização da composição do BDI, de forma a garantir maior transparência na execução dos gastos públicos (Súmulas/TCU 253/2010, 254/2010 e 258/2010. Acórdãos 325/2007; 1.020/2007, e 1.858/2009. O Acórdão 2.409/2011- TCU- Plenário define o percentual do BDI aceitável para obras de construção e o (Acórdão 2.369/2011-TCU- Plenário) para reforma.

Essa padronização mostra-se necessário, pois a maioria dos sistemas referenciais oficiais de preços, à exceção do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO) apresenta apenas o custo direto de execução dos serviços (TCU, 2012).

Projeto executivo

⁸ Acórdão nº 325/2007-Plenário. Relator: Ministro Guilherme Palmeira. Brasília, 14 mar. 2007.

Projeto executivo é “o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT” (BRASIL, 1993).

O projeto executivo trata de maneira detalhada os elementos componentes da obra, e assim, possui maior precisão que o projeto básico. Sua elaboração sucede a do projeto básico. A lei de licitações permite sua execução de forma concomitante com a obra ou sua dispensa, devendo em ambos os casos ser devidamente justificado e o caso de dispensa demonstrado.

Vale dizer que o projeto executivo é um aprimoramento do projeto básico, incluindo os projetos complementares, tais como: elétrico, hidráulico, de prevenção a incêndio, entre outros que se fizerem necessários à perfeita execução da obra. Sua elaboração deve ser efetuada por profissionais competentes, registro no CREA com devidos registro de ART.

Edital de Licitação

O documento ao qual ficará vinculado o procedimento denomina-se edital de licitação. O edital, instrumento que estabelece as regras que deverão ser seguidas por todos, administração e administrados, deve ser elaborado com acuidade, garantindo uma boa aquisição não apenas em preço, mas, sobretudo, em qualidade, sendo necessário ainda garantir os direitos dos interessados em contratar com a administração pública.

O edital de licitações é norma na qual todo o procedimento licitatório acha-se estritamente vinculado. A lei de licitações, ao longo de seu artigo 40, descreve quais seus elementos, como deve ser o preâmbulo bem como as cláusulas obrigatórias que compõem o edital de licitações. Acrescente-se que o TCU, em complemento ao previsto na lei, determina que o edital de licitação exija das empresas licitantes composições

unitárias dos custos dos serviços de todos os itens da planilha orçamentária; composição da taxa de BDI e composição dos encargos sociais.⁹

O edital tem como objetivo convocar interessados para, selecionar dentre àqueles que apresentarem propostas, estando estas de acordo o edital, a que se apresentar mais vantajosa para a administração. Além disso, conforme assinala o TCU (2009), o edital deve ser elaborado de modo a afastar as empresas sem condições técnicas e financeiras de executar a obra, mas evitar restringir o número de concorrentes.

3.3 Licitação

A licitação é o procedimento adotado pela Administração Pública para realização de seus negócios, exceto os casos especificados em lei, conforme Art. 37 do texto constitucional.

XXI - ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações (BRASIL, 2013).

O texto constitucional, regulamentado em 21 de junho de 1993 pela Lei 8.666, também conhecida como lei de licitações, em seu art. 2º destaca que as obras e serviços da Administração Pública, quando contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação, ressalvadas as hipóteses previstas nesta Lei (BRASIL, 1993).

Para Justen Filho (2005), a licitação é procedimento administrativo disciplinado por lei e por um ato administrativo prévio, que determina critérios objetivos de seleção da proposta mais vantajosa para contratação, conjugando aspectos da qualidade e

⁹ Acórdão nº 1.387/2006-Plenário. Relator: Ministro Walton Alencar Rodrigues. Brasília, 9 ago. 2006./Acórdão nº 1.941/2006-Plenário. Relator: Ministro-Substituto Marcos Bemquerer Costa. Brasília, 18 out. 2006.

onerosidade, com observância do princípio da isonomia, conduzido por um órgão dotado de competência.

Licitação é procedimento administrativo através do qual a pessoa a isso juridicamente obrigada seleciona, em razão dos critérios objetivos previamente estabelecidos, interessados que tenham atendido à sua convocação, a proposta mais vantajosa para o contrato ou ato de seu interesse (GASPARINI, 2010).

De todo o exposto, depreende-se que todo o procedimento licitatório é disciplinado por lei. Assim, a administração, ao selecionar a melhor proposta apresentada não pode desviar-se do que estabelece a lei, devendo pautar-se por critérios claros e objetivos. A melhor proposta envolve não somente o menor preço, mas deve obedecer todos os critérios que devem ser previamente estabelecidos no edital de licitação.

Crerios objetivos dizem respeito à previsão no edital de forma clara e prévia do objeto de licitação e das regras que devem ser seguidas por todos, administrados e administração para realização do certame.

Princípios da licitação

Conforme dispõe o art. 3^o da lei 8666/93 a licitação “... será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos (BRASIL, 1993).

- **Legalidade** - Estabelece que nenhuma ação do administrador pode ser realizada sem que haja previsão legal, e tampouco em desacordo com o que esteja previsto em lei. No que diz respeito às licitações, esse princípio submete o gestor público

às prescrições legais, que rege todos os atos do procedimento licitatório, em qualquer uma de suas fases.

- **Impessoalidade** - Princípio também constitucional que veda qualquer tratamento diferenciado, garantindo isonomia entre os participantes do certame. Assim, todos os participantes são tratados sem discriminação, não sendo admitido favoritismo a nenhum dos licitantes.
- **Moralidade e probidade administrativa** - O agente público no desenvolvimento de suas tarefas e ao conduzir uma licitação, deve agir não apenas dentro da legalidade, mas também com ética, honestidade, imparcialidade e lealdade à instituição, objetivando o melhor negócio para a administração, obedecendo aos bons costumes e ao que é considerado aceitável aos olhos dos administrados. Espera-se comportamento semelhante dos licitantes que pretendem contratar com a administração.
- **Publicidade** - Todos os atos devem ser públicos, exceto os casos previstos em lei que são considerados sigilosos. Assim, todos os procedimentos licitatórios são públicos e acessíveis ao público, devendo ser levados ao conhecimento de quaisquer interessados.
- **Igualdade** - É dever do agente responsável pela licitação tratar de forma isonômica todos os licitantes. A preocupação deve estar presente na elaboração do edital onde não pode haver cláusulas abusivas, com exigências desnecessárias que frustrem o caráter competitivo, restringindo a participação de particulares que pudessem oferecer as garantias indispensáveis.
- **Julgamento objetivo** - Os critérios estabelecidos no edital para selecionar a melhor proposta não podem ser dúbios, devem ser elaborados com clareza e

objetividade. Com isso tenta-se impedir que haja favoritismos, garante-se a observação de outros princípios como o da impessoalidade, igualdade.

- **Vinculação ao instrumento convocatório** – Atende ao estabelecido no art. 41 da lei 8666/93 “a administração não pode descumprir as normas e condições do edital, ao qual se acha estritamente vinculada” (BRASIL, 1993).

Modalidade de licitação

Após definidos os serviços, estimativa e valores da futura contratação é possível definir, no edital de licitações, a modalidade. A lei de licitações estabelece as modalidades e como enquadrá-las em função do valor estimado para contratação nos arts. 22 e 23. Na escolha da modalidade é preciso considerar a complexidade da obra e seu valor. Tais valores podem ser revistos anualmente pelo poder executivo federal.

- **Convite** - Modalidade mais simples, ocorre entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de três pela unidade administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse com antecedência de até vinte e quatro horas da apresentação das propostas, tendo valor de até R\$ 150.000,00.
- **Tomada de preços** - Realizada entre empresas interessadas devidamente cadastradas ou que atenderem às condições exigidas no cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, com valores entre R\$ 150.000,00 até R\$ 1.500.000,00.
- **Concorrência** - Modalidade mais solene, com formalismo acentuado devido ao montante de recursos envolvidos. É a modalidade de licitação entre quaisquer interessados que, na fase inicial de habilitação preliminar, comprovem possuir

os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital para execução de seu objeto, sendo necessária para valores acima de R\$ 1.500.000,00.

- **Pregão** – A lei 10.510 de 11 de julho de 2002, além de outras providências instituí, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da CF, a modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns¹⁰(BRASIL,2002).

O concurso e leilão são modalidades de licitação não apropriadas para contratação de obra, serviço ou fornecimento de bens e o pregão é utilizado apenas em serviços de engenharia.

Estão dispensados da licitação **obras e serviços de engenharia** com valores até R\$ 15.000,00. Esse valor dobra no caso de licitações realizadas por sociedades de economia mista e empresas públicas, bem como por autarquias e fundações enquadradas como agências executivas.

Regime e tipo de licitação

Deve estar claro no edital qual regime de licitação adotado e adequá-la ao melhor tipo, que pode ser: menor preço; técnica e preço; e melhor técnica. O tipo de menor preço, como o próprio nome diz, considera como vencedora a proposta classificada de menor preço, é utilizado para obras em geral. Os dois últimos são indicados para trabalhos mais complexos, nos quais geralmente os proponentes irão dispor de maiores recursos técnicos.

A maioria das obras públicas são contratadas por empreitada. Existe empreitada quando a Administração comete ao particular a execução da obra ou serviço, para que a

¹⁰ Lei 10.510/02

Art. 1º Parágrafo único. Consideram-se bens e serviços comuns, para os fins e efeitos deste artigo, aqueles cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais no mercado.

execute por sua conta e risco, mediante remuneração prefixada, podendo esta ser por preço global, preço unitário ou por tarefa (DIPIETRO, 2010). São formas de empreitada:

- **Empreitada por preço global** - quando se contrata a execução da obra por certo e total. É a mais usual na administração. Apesar de ser contratada por um preço global, o pagamento é feito em parcelas através das chamadas medições. No edital a administração deve estabelecer limites de preço global (TCU, 2009).
- **Empreitada por preço unitário** - quando se contrata a execução da obra por preço certo de unidades determinadas;
- **Tarefa** - quando se ajusta mão de obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;
- **Concessão de obra pública** - quando a administração entrega a execução da obra a uma pessoa que fica encarregada de gerir o serviço público que emanará, naturalmente, da obra, recebendo dos futuros usuários a denominada tarifa, ao invés de receber a retribuição integral ou proporcional do Estado, no término da obra (CRETELLA JÚNIOR, 2001).
- **Empreitada integral** - é o contrato de um empreendimento em sua integralidade, compreendendo todas as etapas das obras, sob inteira responsabilidade da contratada até a sua entrega ao contratante em condições de entrada em operação.

Conforme assevera (Gonzáles, 1997), na empreitada o construtor realiza as despesas, em seu nome, repassando os custos ao dono da obra no momento e na forma acertada. Todos os gastos são realizados diretamente em nome do dono da obra, ainda que o construtor auxilie na cotação e compra dos materiais ou na contratação da mão-de-obra.

Habilitação

A lei de Licitações, em seu art. 27, determina que para a habilitação de empresas em licitações somente podem ser exigidos documentos relativos à: habilitação jurídica; qualificação técnica; qualificação econômico-financeira; regularidade fiscal e trabalhista e cumprimento do disposto no inciso XXXIII do art. 7º da Constituição Federal. Seguidamente, nos artigos 28 a 32, descreve de maneira exaustiva os documentos que devem ser exigidos para comprovar a habilitação. A inabilitação do licitante importa preclusão do seu direito de participar das fases subseqüentes (BRASIL, 1993).

A habilitação objetiva aferir a idoneidade das empresas participantes do certame, verificar a capacidade de cumprir com obrigações assumidas e garantir a execução da futura obra, sem furtar o caráter competitivo da licitação. Assim, de acordo o princípio da legalidade, nada pode ser exigido sem previsão legal, sob pena de impugnação do edital.

Para o TCU (2009), o edital deve ser elaborado de modo a afastar as empresas sem condições técnicas e financeiras de executar a obra, mas evitar restringir o número de concorrentes. A qualificação técnica e econômico-financeira podem ser comprovadas da seguinte forma:

- **Qualificação técnica** - A comprovação será feita através de registro ou inscrição no CREA, comprovação de aptidão para desempenho de atividade pertinente feita através de capacitação técnico-profissional por atestados de fornecidos por pessoas jurídicas de direito público ou privado, devidamente registrados no CREA e compatível em características, quantidades e prazos com o objeto da licitação, e indicação das instalações e do aparelhamento e do pessoal técnico adequados e disponíveis para a realização do objeto da licitação, bem como da qualificação de cada um dos membros da equipe técnica que se responsabilizará

pelos trabalhos comprovação, fornecida pelo órgão licitante, de que recebeu os documentos e outros.¹¹

- **Qualificação econômico-financeira** – Deve limitar-se à balanço patrimonial e demonstrações contábeis do último exercício social que comprovem a boa situação financeira da empresa. A exigência de índices limitar-se-á à demonstração da capacidade financeira do licitante com vistas aos compromissos que terá que assumir caso lhe seja adjudicado o contrato, vedada a exigência de valores mínimos de faturamento anterior, índices de rentabilidade ou lucratividade. O capital mínimo ou o valor do patrimônio líquido a que se refere o parágrafo anterior não poderá exceder a 10% (dez por cento) do valor estimado da contratação, devendo a comprovação ser feita relativamente à data da apresentação da proposta, na forma da lei, admitida a atualização para esta data através de índices oficiais. Poderá ser exigida, ainda, a relação dos compromissos assumidos pelo licitante que importem diminuição da capacidade operativa ou absorção de disponibilidade financeira, calculada esta em função do patrimônio líquido atualizado e sua capacidade de rotação e outros¹².

Um importante aspecto da licitação que não deve ser olvidado é a competitividade. Considerando que a licitação objetiva a seleção da proposta mais vantajosa, fica claro a relação de dependência entre seleção e competitividade. Não há seleção se houver apenas uma proposta. A esse respeito Silva (2011) ressalta que a falta de competitividade permite a formação de cartéis e em consequência, prejuízo ao erário, haja vista que nas licitações do tipo menor preço, a ausência de concorrência leva a

¹¹ Art. 30 Lei 8.666/93

¹² Art. 31 Lei 8.666/93

administração a contratar com preços superfaturados, pois havendo uma única proposta essa será a melhor.

Para o TCU (2009) a licitação compõe-se das fases interna e externa, nas quais cabe destacar na primeira fase as seguintes etapas: elaboração do projeto básico e executivo e confecção do edital de licitação. Na fase externa, destaca-se recebimento e julgamento das propostas (BRASIL, 2009). Considerando as ações desenvolvidas na primeira fase, entende-se que a mesma seja parte do processo de planejamento para contratação de uma obra pública.

3.3.1 Fase externa da licitação

Esta fase da licitação tem início com a publicação do seu edital, sendo finalizada com a assinatura do contrato para execução da obra.

Publicação do edital

Após elaboração do edital, e seus anexos, que são partes integrantes do mesmo¹³ o aviso com resumo do edital deve ser publicado com hora e local definido para recebimento da documentação e propostas dos interessados. No caso de tomada de preços ou concorrência, quando a obra for financiada, parcial ou totalmente por recursos federais, ou garantida por instituições federais, deverá ser também publicado no Diário Oficial da União. Além da publicação no Diário Oficial, conforme acima, deverá ser providenciada publicação em jornal diário de grande circulação no estado e também, se houver, em jornal de circulação no Município ou região onde será realizada a obra.

Os meios para divulgar a obra variam de acordo o seu valor. Os prazos para divulgação do edital, na forma da lei, são:

- 45 dias – para concorrência dos tipos melhor técnica, técnica e preço, ou concorrência para execução de obra mediante empreitada integral.

¹³ Art. 40 § 2º Lei 8.666/93

- 30 dias – para as concorrências do tipo menor preço e para tomada de preços do tipo melhor técnica ou técnica e preço.
- 15 dias – para tomadas de preço do tipo menor preço.
- 5 dias – carta convite em qualquer caso.

Recebimento das propostas, habilitação e julgamento

Na data marcada os envelopes serão recebidos, devendo obedecer ao disposto no art. 43 da lei de licitações que dispõe dentre outros os seguintes procedimentos: abertura dos envelopes contendo a documentação relativa à habilitação dos concorrentes, e sua apreciação; devolução dos envelopes fechados aos concorrentes inabilitados, contendo as respectivas propostas, desde que não tenha havido recurso ou após sua denegação. Em seguida, é realizado o julgamento da habilitação por parte da Comissão, ou seja, deverá atentar se a proponente atende ou não as exigências previstas no edital.

Após transcorrido o prazo sem interposição de recurso, ou tenha havido desistência expressa, ou após o julgamento dos recursos interpostos, procede-se a abertura dos envelopes contendo as propostas dos concorrentes habilitados e efetua-se o julgamento das propostas.

A abertura dos envelopes contendo a documentação para habilitação e as propostas serão realizadas sempre em ato público, do qual se lavrará ata circunstanciada, assinada pelos licitantes presentes e pela comissão. Todos os documentos e propostas devem ser rubricados pelos licitantes presentes, credenciados, e pela comissão.

Homologação e adjudicação

Homologação é um ato administrativo no qual a comissão de licitação, após decorrida a fase recursal, declara qual empresa apresentou a melhor proposta, atestando que a mesma é vencedora do certame. Para o TCU (2009), a adjudicação é o ato

administrativo posterior à homologação, por meio do qual a autoridade competente (superior à Comissão de Licitação), depois de verificada a legalidade da licitação e a permanência do interesse público na contratação, atribui ao licitante vencedor o objeto da licitação.

3.3.2 Superfaturamento de obras públicas

Por ocasião do julgamento das propostas a comissão deve estar atenta para detectar possíveis artimanhas utilizadas pelos licitantes para auferir ganhos financeiros indevidamente¹⁴, dentre as quais o jogo de cronograma e jogo de planilha, descritos a seguir.

O jogo de cronograma é a distorção originada em orçamentos com preços unitários superiores aos de mercado nos serviços a serem executados inicialmente, compensados por reduções significativas nos preços dos serviços a executar no final do contrato, de modo que o valor global do contrato se situe dentro dos valores de mercado. Propicia ao contratado auferir ganhos financeiros às custas da Administração, ou até mesmo paralisar a obra após ter executado os serviços que lhe beneficiam, sob a alegação de que os serviços restantes encontram-se em desequilíbrio econômico-financeiro.

Por outro lado, o jogo de planilha é a ocorrência de alterações quantitativas na planilha contratual, modificando o equilíbrio econômico-financeiro do contrato em desfavor da administração, com perda do desconto original. Campitelli (2006), em notável trabalho sobre o tema, destaca que esse artifício origina-se a partir de projetos básicos deficitários e/ou por informações antecipadas privilegiadas, sobre quais os serviços terão o quantitativo aumentado, diminuído ou suprimido ao longo da execução

¹⁴ A lista completa pode ser obtida no item 210 da Portaria 33/2012 TCU

da obra a ser licitada e manipulam os custos unitários de suas propostas, atribuindo custos unitários elevados para os itens que terão o seu quantitativo aumentado e custos unitários diminutos nos serviços cujo quantitativo será diminuído ou suprimido, vencendo a licitação, cientes das alterações que serão necessárias no contrato.

3.4 Fase Contratual

A fase contratual começa com a assinatura do contrato, emissão da ordem de serviço e encerra-se com o recebimento da obra.

3.4.1 Contrato da obra pública

Finalizada a licitação, o órgão convocará o licitante vencedor para assinar o contrato dentro de prazo estabelecido. O prazo poderá ser prorrogado uma vez por igual período, caso a administração aceite os motivos apresentados pela empresa vencedora. O art. 55 da Lei nº 8.666/1993 relaciona as cláusulas obrigatórias em todos os contratos administrativos. Após sua assinatura a entidade emitirá uma ordem de serviço para início da execução da obra.

Conforme Gasparini (2010), o contrato administrativo é ato plurilateral ajustado pela Administração Pública ou por quem lhe faça às vezes, com certo particular, cuja vigência e condições de execução a cargo do particular, podendo ser instabilizadas pela administração pública ressalvados os interesses patrimoniais do contratante particular.

Para Meirelles (2010), o contrato de obra pública é todo ajuste administrativo que tem por objeto uma construção, uma reforma ou uma ampliação de imóvel destinado ao público ou ao serviço público. Em conclusão assinala o seguinte:

Executar o contrato é cumprir suas cláusulas segundo a comum intenção das partes no momento de sua celebração. A execução refere-se não só à realização do objeto do contrato como, também, à perfeição técnica dos trabalhos, aos prazos contratuais, às condições de pagamento e a tudo o mais que for estabelecido no ajuste ou constar das normas legais como encargo de qualquer das partes (MEIRELLES, 2010).

Os contratos devem estabelecer com clareza e precisão as condições para sua execução, expressas em cláusulas que definam os direitos, obrigações e responsabilidades das partes, em conformidade com os termos da licitação e da proposta a que se vinculam (BRASIL, 1993).

3.4.2 Alterações contratuais

No decorrer da execução do contrato podem ocorrer situações não previstas inicialmente, seja por falta de planejamento ou por fatores impossíveis de serem previstos. Prevendo isso, o art. 65 da lei de licitações traz as possibilidades de alteração do contrato, para adequá-lo à nova realidade, nas seguintes situações:

- **Unilateralmente pela Administração** - Quando houver modificação do projeto ou das especificações, para melhor adequação técnica aos seus objetivos ou quando necessária a modificação do valor contratual em decorrência de acréscimo ou diminuição quantitativa de seu objeto (inciso I, alíneas a e b).
- **Por acordo das partes** - Para restabelecer a relação que as partes pactuaram inicialmente entre os encargos do contratado e a retribuição da Administração para a justa remuneração da obra, objetivando a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato, na hipótese da ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis, retardadores ou impeditivos da execução do objeto ajustado, ou ainda, em caso de força maior, caso fortuito ou fato do príncipe, configurando álea econômica extraordinária e extracontratual e outros descritos na lei.

Dessa forma, várias são as possibilidades de alterações contratuais, dada a infinidade de situações casuísticas que podem surgir ao longo da execução contratual. Nas alterações unilaterais o contratado é obrigado a aceitar as alterações, conforme

assevera o referido artigo da a lei de licitações. A este respeito depreendem-se os ensinamentos de Pereira Júnior e Dotti (2009) que assinalam o seguinte:

O objeto descrito no projeto anexo ao instrumento convocatório ou integrante do processo de contratação direta seja básico (art. 7º, I), o executivo (7º, II) ou a especificação completa dos bens na hipótese de compras (art. 15, §7º, I) poderá receber modificações pela Administração contratante, caso esta verifique e justifique que os resultados pretendidos somente serão alcançados se houver melhor adequação técnica nas condições originalmente estabelecidas, mantendo-se intocada a natureza do objeto. O contratado não pode se opor às alterações, desde que respeitado o direito ao equilíbrio econômico-financeiro do contrato, acaso afetado pelas alterações unilateralmente impostas.[...].

Dado o caráter formal, as alterações devem ser motivadas e justificadas, devendo as mesmas ser levadas a termo. O instrumento utilizado para isso são os aditivos contratuais, que podem ser de aditivos de prazo e/ou de valor, devendo os mesmos revestirem-se das mesmas formalidades do contrato original, ou seja, devem ser publicados na imprensa oficial e apresentarem parecer jurídico. Todo aditivo deve estar de acordo ao disposto no art. 57 da lei de licitações.

Acréscimos e supressões

A lei de licitações, em seu art. 65 § 1º, dispõe o seguinte:

O contratado fica obrigado a aceitar, nas mesmas condições contratuais, os acréscimos ou supressões que se fizerem nas obras, serviços ou compras, até 25% (vinte e cinco por cento) do valor inicial atualizado do contrato, e, no caso particular de reforma de edifício ou de equipamento, até o limite de 50% (cinquenta por cento) para os seus acréscimos.

A mesma lei admite em seu art. 57 § 1º , a prorrogação dos prazos de início de etapas de execução, de conclusão e de entrega, sob várias justificativas, em diversas situações tais como: alteração do projeto ou especificações, pela Administração; superveniência de fato excepcional ou imprevisível, estranho à vontade das partes; interrupção da execução do contrato ou diminuição do ritmo de trabalho por ordem e no interesse da Administração; aumento das quantidades inicialmente previstas no contrato, nos limites permitidos por esta Lei (BRASIL, 1993).

Assim, por ocasião de acréscimos ou supressões pressupõe-se que haja alteração para mais ou para menos, não apenas no valor, mas também no prazo de execução da obra.

Segundo Amaral (2005), os contratos de obra pública são contratos por objeto, com obrigação de resultado, ou seja, somente se extinguem quando o empreendimento termina, salvo as exceções de rescisão e anulação.

Em direção oposta, Justen Filho (2005) sustenta que a prorrogação do prazo contratual somente pode ser admitida como exceção, se verificados fatos supervenientes graves e relevantes que justifiquem o não atendimento dos prazos previstos inicialmente.

O mesmo autor defende ainda que alterações dos prazos contratuais ofendem princípios fundamentais, que norteiam as licitações e contratos administrativos, como os princípios da obrigatoriedade das convenções, da isonomia e da indisponibilidade do interesse público.

Quanto à duração dos contratos de obra pública, a lei de licitações, em seu art. 57, estabelece que o prazo contratual deve estar vinculado à vigência do crédito orçamentário, exceto às contratações previstas no Plano Plurianual (PPA). Depreende-se de todo o exposto que não está claro na lei qual o limite temporal de contrato ou aditivos contratuais para obras, apesar do prazo quinquenal do PPA, haja vista a possibilidade de sua previsão em mais de um PPA.

Sobre o tema o TCU tem se manifestado em plenário¹⁵, enfatizando a vedação sob qualquer hipótese, de contratação por prazo indeterminado ou com vigência

¹⁵ TCU/Decisão 766/1994;/732/1999-Acórdão 1683/2004

injustificavelmente longa, por mais de uma década, uma vez que contraria o art. 57, inciso I, da Lei 8.666/93, alterada pela Lei 8.883/94.

A administração deve atentar para alterações propostas pelo contratado, pois estas podem objetivar o chamado “jogo de preços”, a diminuição de serviços cotados a preços muito baixos e/ou o aumento de serviços cotados a preços muito altos, que geralmente torna o contrato muito oneroso (TCU, 2009).

Todo esforço da administração é para que o objeto venha a ser concluído, preferencialmente pela pessoa contratada originalmente, e somente se ficar comprovado a incapacidade desta para executá-lo, conforme estabelecido no acordo jurídico, serão tomadas as medidas cabíveis, como a encampação ou realização de nova licitação, para concluir a obra, punindo-se o contratado faltoso.

3.4.3 Recebimento da obra

Realizada a obra, o responsável por seu acompanhamento e fiscalização efetuará o recebimento provisório em até 15 dias, contados da comunicação escrita do contratado. Verificada a conformidade do objeto entregue com o que foi pactuado, ou feito os ajustes necessários, servidor ou comissão designada especialmente efetuará o recebimento definitivo, em até 90 dias, ressalvados os casos excepcionais previstos e justificados no edital. No intervalo entre as duas entregas, é possível que a comissão ou servidor designado pela administração observe a adequação da obra e possibilita que pequenos ajustes sejam feitos, caso necessários. Tudo isso deve ser registrado no processo através de termo circunstanciado lavrado para o ato. A administração poderá rejeitar a obra no todo ou em parte executada em desacordo com o contrato.

A próxima fase, denominada fase posterior não será comentada, considerando que a mesma não é objeto do trabalho.

3.5 Trabalhos Correlatos

Alvarenga (2011) propõe detectar, por meio de técnicas de mineração de dados, comportamento de fraudadores de licitação, compras forjadas ou com baixa concorrência. Com isso, pretende auxiliar a CGU a aferir o grau de competitividade do pregão eletrônico. Os dados utilizados para caracterizar a competitividade do certame foram os dados de compra registrado no *Data Warehouse* de licitações na modalidade pregão eletrônico no sistema de controle do MPOG. O resultado obtido na mineração foi considerado satisfatório, aplicando aprendizagem não supervisionada e utilizando a ferramenta *WEKA*.

Ferreira (2008) apresenta um modelo capaz de detectar de forma automática indícios de irregularidades na execução da despesa pública, servindo de ferramenta auxiliar no trabalho de fiscalização executado pelo Tribunal de Contas da União. Esse modelo possibilita um aumento no escopo da fiscalização e possibilita a concentração manual somente nos eventos que manifestem fortes indícios de irregularidades, reduzindo o tempo necessário para fiscalização. Para atingir o objetivo o autor propõe a aplicação de dois módulos de detecção de irregularidades: sistemas especialistas e mineração de dados. Entretanto, com o intuito de obter resultados mais práticos o autor limita o escopo do trabalho, na execução da despesa seleciona a fase emissão de notas de empenho e dos módulos de detecção proposto o modelo é baseado e validado apenas pela implementação do componente “mineração de dados”. Através de uso de redes neurais e técnicas estatísticas é desenvolvido um modelo que representa o comportamento da entidade para emissão de nota de empenho. Assim é possível classificá-las através de regras de associação e redes neurais em anômalas ou normais. Apesar das restrições o trabalho alcançou o resultado pretendido, com a implantação de um protótipo para testes.

Campiteli (2006), à luz da legislação vigente combinada com os conceitos de engenharia propõe medidas, prévias e concomitantes, capazes de evitar o “jogo de planilha”, artifício utilizado para fraudar licitações de obras públicas, gerando sobrepreço nos contratos. Dentre as medidas estão a elaboração dos projetos executivos previamente às licitações e estabelecimento nos editais de critério de aceitabilidade de preços unitários. Explica as medidas saneadoras que foram adotadas pelo TCU para eliminar os efeitos dos “jogos de planilha” em contratos já iniciados denominados os Métodos do Balanço e do Desconto, que se baseiam na manutenção do equilíbrio econômico dos contratos administrativos.

Rezende (2004) propõe um modelo de suporte ao processo de compras governamentais. O estudo aborda mineração de dados, com a aplicação da técnica de regras de associação em uma base de dados com os resultados das compras efetuadas pelo Governo Federal na aquisição de materiais com dispensa de licitação. Esse modelo é desenvolvido a partir da identificação das variáveis mais influentes nas compras. A seleção dos dados foi feita utilizando a base de dados do SIASG. O software utilizado foi Weka e o algoritmo o *apriori*. O modelo pretende direcionar as formas de ação da Delegacia de Logística e Serviços Gerais do MPOG para reduzir fraudes e aprimorar a aplicação, bem como subsidiar a reformulação da Lei nº 8666/93, melhorando assim o processo de compras governamentais.

Silva (2011) apresenta um protótipo do *Agent Mining Integration* (AGMI), um sistema capaz automatizar o processo de descoberta do conhecimento através da integração de diferentes técnicas de mineração de dados utilizando uma abordagem multiagente.¹⁶ Com esse sistema propõe desenvolver uma estratégia de prevenção e

¹⁶Sistema que possibilita a distribuição do processamento e faz uso de autonomia de agentes de software para realização de tarefas complexas (SILVA, 2011)

combate à corrupção. Utilizando o algoritmo regras de associação, o protótipo é testado em dados reais de licitação extraídas do *comprasnet*, bem como vários experimentos são realizados explorando os aspectos de distribuição e autonomia dos agentes, apresentando bons resultados quanto ao desempenho, capacidade autônoma de melhorar o conhecimento descoberto e quanto à qualidade do conhecimento. As regras descobertas foram analisadas por especialistas da CGU e apresentaram fortes indícios de cartéis, direcionamento de editais e simulação de concorrência.

Danos ao patrimônio público são freqüentes. A modernização e o fortalecimento institucional do sistema de controle externo no âmbito de estados e municípios, para garantir a eficácia e regular aplicação dos recursos públicos, é tarefa desses órgãos. Para evitar ou mitigar irregularidades o Tribunal de Contas do estado da Paraíba (TCE-PB), possui um sistema denominado SAGRES. O SAGRES é um sistema que possui como base a coleta mensal de dados sobre a execução orçamentária e financeira das entidades estaduais e municipais sobre licitação, contratos e despesas de pessoal e disponibiliza para a sociedade. Grilo Júnior (2010) propõe implantar uma ferramenta de *data mining* capaz de identificar e relacionar indícios de fraudes em processos licitatórios analisados pelo TCE-PB. O trabalho procura encontrar e identificar padrões bem como extrair regras no banco de dados do SAGRES que possam evidenciar indícios de irregularidades. O aplicativo utilizado foi o *RapidMiner*. O resultado obtido pelas regras de associação foi satisfatório, segundo o autor.

4 METODOLOGIA

Dissertação é uma pesquisa científica que procura explicar algum fenômeno ou apresentar um relato sobre um assunto específico. Conforme Gil (2002), a qualidade dos resultados de uma pesquisa é avaliada de acordo com os procedimentos e métodos adotados na obtenção, análise e interpretação dos dados utilizados.

Como destacam Lakatos e Marconi (2010) “pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.” Dos ensinamentos das autoras depreende-se ainda que métodos são atividades sistemáticas e racionais que traçam o caminho a ser seguido e permite alcançar conhecimentos válidos e verdadeiros, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Assim, para que o resultado da pesquisa seja válido, o autor necessita não apenas aplicar determinados métodos e procedimentos, mas também demonstrar qual caminho e como o mesmo foi percorrido. A metodologia nada mais é que a descrição dos métodos e formas utilizadas pelo autor para alcançar os objetivos pretendidos com a investigação científica.

4.1 Classificação da Pesquisa

A classificação do tipo de pesquisa varia de acordo com o enfoque dado pelo autor, podendo ser classificada quanto à natureza, objetivos e procedimento (OLIVEIRA NETTO, 2008).

Quanto à natureza, esta pesquisa classifica-se como aplicada, uma vez que os resultados poderão servir para melhorar a gestão das obras públicas nas entidades estudadas. Para Lakatos e Marconi (1999) esse tipo de pesquisa apresenta como

característica o interesse prático, haja vista a possibilidade dos resultados serem utilizados na solução de problemas recorrentes.

No tocante aos objetivos da pesquisa a mesma classifica-se como exploratória e descritiva por explicar e descrever os procedimentos de contratação e aditivos contratuais das obras estudadas. Na pesquisa exploratória busca-se explicar determinado assunto em área na qual há pouco conhecimento, e na descritiva procura-se expor as características de determinado fenômeno ou estabelecer correlações entre variáveis, sem compromisso de explicá-los, embora sirva de base para tal explicação (MORESI, 2003).

A pesquisa apresenta algumas características híbridas, levando o pesquisador a acreditar que o procedimento adequado seria ora *survey*, ora estudo de caso. Diante disso, após um estudo detalhado das características de cada um dos procedimentos citados, apresentados na Tabela 4.1, o procedimento utilizado na pesquisa foi definido como um estudo de caso múltiplo.

De acordo Miguel (2010) a determinação da quantidade casos (único ou múltiplo) e escolha da unidade (s) de análise (s) devem ser uma das primeiras tarefas do pesquisador.

Os propósitos do estudo de caso não são proporcionar um conhecimento preciso das características de uma população, mas sim uma visão global do problema ou a identificação de possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados (GIL, 2002).

O estudo de caso apresenta um caráter empírico que investiga determinado fenômeno dentro de um contexto real, contemporâneo, por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análises (MIGUEL, 2010).

Conforme assevera Moresi (2003), são características do estudo de caso o detalhamento e a profundidade, limitando-se a uma ou poucas unidades, entendidas

essas como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, uma comunidade ou mesmo um país.

Tabela 4.1 Questionamento para procedimentos da pesquisa: *survey* x estudo de caso

Características da pesquisa	Estudo de caso		Levantamento Survey	
	Sim	Não	Sim	Não
Forma da questão da pesquisa: como e por que (YIN, 2001).	X			X
Focaliza acontecimentos contemporâneos (YIN, 2001).	X		X	X
Investiga o fenômeno dentro do contexto local (OLIVEIRA NETTO, 2008).	X			X
Identifica fatores que influenciam e são influenciados pelo fenômeno (GIL,2002)	X			X
Análise aprofundada; caráter empírico (Miguel, 2010)	X			X
Limita-se a uma ou poucas unidades (Moresi, 2003)	X			X
Amostra de grande tamanho (Miguel, 2010)		X	X	

Fonte: Elaborado pela autora

De todo o exposto depreende-se que o estudo de caso possibilita explicar o fenômeno específico em um determinado ambiente, como ele funciona e quais fatores influenciam em seu desempenho, possibilitando levantar dados com mais profundidade de determinado caso.

Em relação à abordagem, o trabalho classifica-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa, considerando a análise das interações entre as variáveis bem como que os dados coletados são descritos, decodificados e quantificados aplicando-se posteriormente técnicas estatísticas e MD para identificação das características das obras públicas pesquisadas.

A abordagem quantitativa é muito utilizada quando o que se deseja é descobrir e classificar a relação entre variáveis ou em uma investigação de relação de causalidade com uso de técnicas estatísticas, diferenciando-se da qualitativa pelo fato dessa não empregar dados estatísticos como centro do processo de análise de um problema (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Neves (1996) os métodos quantitativos e qualitativos não se excluem, embora exista diferença quanto à forma e à ênfase.

4.2 Delimitação da Pesquisa

Analisou-se 77 obras públicas concluídas, referentes ao período de 2008 a 2012. Os dados foram levantados em duas Instituições Federais de Ensino: O Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e o Instituto Federal do Tocantins (IFTO). Para escolha dos ambientes considerou-se a proximidade geográfica, o mercado de licitação e a facilidade de acesso aos dados. Conforme Silva (2011) os dois Estados fazem parte de um mesmo mercado de licitações.

O conhecimento prévio necessário para realização da pesquisa resultou da experiência da autora na área escolhida e de estudo por meio de um levantamento bibliográfico sobre a unidade de análise, na legislação federal, em publicações da entidade de classe pertinente, acórdãos e normativos do TCU, doutrina dentre outros escritos. Consultas em sítios institucionais tais como o portaltransparência, SIMEC, *comprasnet* e portal da Secretaria do Orçamento Federal (SOF), revelaram qual o melhor limite temporal, considerando o valor do investimento em obras, e quais processos licitatórios seriam utilizados para realizar o trabalho proposto. Através do SIMEC foi possível identificar os dados e realizar, em fase posterior, sua extração através de análise nos documentos constantes em cada processo de licitação analisado.

4.2.1 Local da pesquisa

O governo federal por meio da lei 11.892/2008 criou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. A rede é formada pelas seguintes autarquias: Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia; Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR; Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET-RJ e de Minas Gerais - CEFET-MG; Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais; e o Colégio Pedro II.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO - é resultante da integração da Escola Técnica Federal de Palmas e da Escola Agrotécnica Federal de Araguatins. Atualmente, o IFTO possui a Reitoria na capital e oito campi no interior, seis em atividade e outros dois em fase de implantação

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano resultou da integração dos CEFETs Urutaí e Rio Verde, da Escola Agrotécnica Federal de Ceres e da UNED Morrinhos. Estruturado pela Reitoria na capital e 8 campi no interior, 5 em funcionamento e 3 em implantação.

Em Goiás são dois IFs, pois além do IF Goiano existe o Instituto Federal de Goiás (IFG), antiga Escola Técnica, cujos cursos são vocacionados especialmente para a área industrial.

4.3 Coleta de Dados

Os dados foram coletados diretamente nos documentos constantes em 77 obras concluídas no período de 2008-2012, extraídos diretamente de processos de licitação, e selecionados previamente no sistema portal transparência. Após solicitação prévia aos órgãos para disponibilizar todos os processos de obras concluídas no quinquênio estabelecido, levantados no portal transparência, realizou-se visita aos *campi*,

localizados nos municípios com mesmo nome, conforme consta Tabela 4.2. Dessa forma a pesquisa abrangeu toda a população.

Tabela 4.2 Localidades da pesquisa

Campus	Construção	Reforma	Ampliação	Pavimentação	Total
Ceres	5	4	1	2	12
Morrinhos	2	1			3
Rio Verde	3	4			7
Urutaí	8	11	1	2	22
Araguaína	2				2
Araguatins	4	1		1	6
Gurupi	4	1			5
Palmas	10	4			14
Paraíso	2	1		1	4
Porto Nacional	1				1
Reitoria		1			1
Total	41	28	2	6	77

Fonte: Elaborada pela autora

A princípio os dados seriam extraídos do SIMEC, um sistema criado a partir de 2010 pelo governo federal com informações sobre os procedimentos e status das obras públicas custeadas com recursos da união. Entretanto, ao acessar os dados e em entrevistas com os usuários do sistema, concluiu-se que o mesmo não atendia ao propósito da pesquisa, pois havia certas inconsistências nas informações bem como dados faltantes, tais como, por exemplo, informações sobre a motivação dos aditivos, alvo principal da pesquisa.

Assim, para coleta dos dados adotou-se o seguinte procedimento: i) levantamento junto ao portal transparência de todas as obras no quinquênio 2008-2012; ii) Solicitação de autorização para coleta dos dados, obtida por meio dos ofícios 084/2013/GAB/Reitoria/IF Goiano e 093/2013/GAB/Reitoria/IFTO; iii) coleta de dados através de visita aos campi; iv) organização dos dados em uma tabela Excel;

Para executar esta pesquisa, criou-se um banco de dados alvo, haja vista a grande quantidade de atributos colhidos na primeira fase da pesquisa, totalizando 147 atributos.

4.4 Elaboração dos Dados

A elaboração dos dados iniciou-se com a identificação dos atributos, feita através de estudo detalhado de legislação específica: portaria 33/TCU (2012), Cartilha de Obras Públicas TCU (2009) e lei 8666/93, entrevistas com fiscais de contratos, engenheiros, análise no SIMEC e experiência da autora na área de licitações e contratos.

4.4.1 Seleção dos dados

A primeira seleção foi feita através da análise da consistência dos dados, identificando-se dados redundantes, faltantes e difíceis de serem recuperados. Na segunda seleção aplicou-se testes de regressão estatística, para identificar a existência de relações de características dos atributos.

Pela complexidade do tema, identificou-se muitos atributos que poderiam influenciar para existência de aditivo contratual nas obras. Assim, a planilha inicial foi elaborada contemplando 147 atributos distribuídos nas seguintes fases: Estudos preliminares, Projeto Básico, Licitação (projeto básico e edital) e Contrato.

Diante da impossibilidade de analisar todos os atributos, foram feitas análises estatísticas bem como sucessivas filtragens, utilizando, por exemplo, a incidência de preenchimento de alguns campos catalogados, onde inúmeros atributos foram neutralizados, que resultou no conjunto final de dados analisados na pesquisa.

4.4.2 Limpeza dos dados

Em dois momentos fez-se a limpeza dos dados. Na primeira seleção, confirmando com usuários de sistemas de informação e servidores com acesso aos processos nos campi, alterando ou eliminando atributos, como por exemplo o

recebimento provisório, com dados ausentes ou discrepantes, e na segunda seleção, quando foi necessário recorrer à usuários do sistema SICAF e acessar o sistema *comprasnet* e comparar algumas informações obtidas com as existentes no sistema para atualizar a planilha.

4.4.3 Transformação e tabulação dos dados

Os dados coletados foram transcritos para uma planilha eletrônica Excel, com o propósito de reunir, organizar e fazer o primeiro tratamento de dados. Conforme Lakatos e Marconi (2007) antes da análise e interpretação dos dados, os dados devem ser selecionados, para identificar possíveis discrepâncias dos dados e posteriormente codificados, para só então serem analisados e interpretados.

4.5 Modelagem e Análise dos Dados

O procedimento adotado para a modelagem segue a lógica do CRISP-DM: conhecimento anterior e relevante do negócio; seleção dos dados; limpeza dos dados e transformação dos dados. A normalização visa identificar valores discrepantes, denominados outliers, capazes de influenciar as variáveis de maneira tendenciosa, prejudicando o resultado do modelo. Busca-se com isso melhorar os resultados da análise, uma vez que esses valores prejudicam o desempenho de alguns algoritmos, diminuindo sua capacidade preditiva.

O ambiente utilizado para desenvolvimento desse trabalho foi: Computador fabricante HP modelo Pavilion ze2000, com processador Mobile AMD Sempron (tm) 3000+ 1.79 GHz; Memória RAM 896MB; Sistema Operacional Windows XP Professional Service Pack 2.

A análise dos dados deu-se através de técnicas estatísticas, utilizando o Excel. Para a descoberta de padrões de comportamento, aplicou-se MD (regras de associação),

através do software WEKA, com tempo de processamento em segundos. Para maior confiabilidade das regras aplicou-se teste quiquadrado, utilizando o R.

A Figura 4.1 ilustra, de forma simplificada, todo o esquema tipológico utilizado na execução da pesquisa.

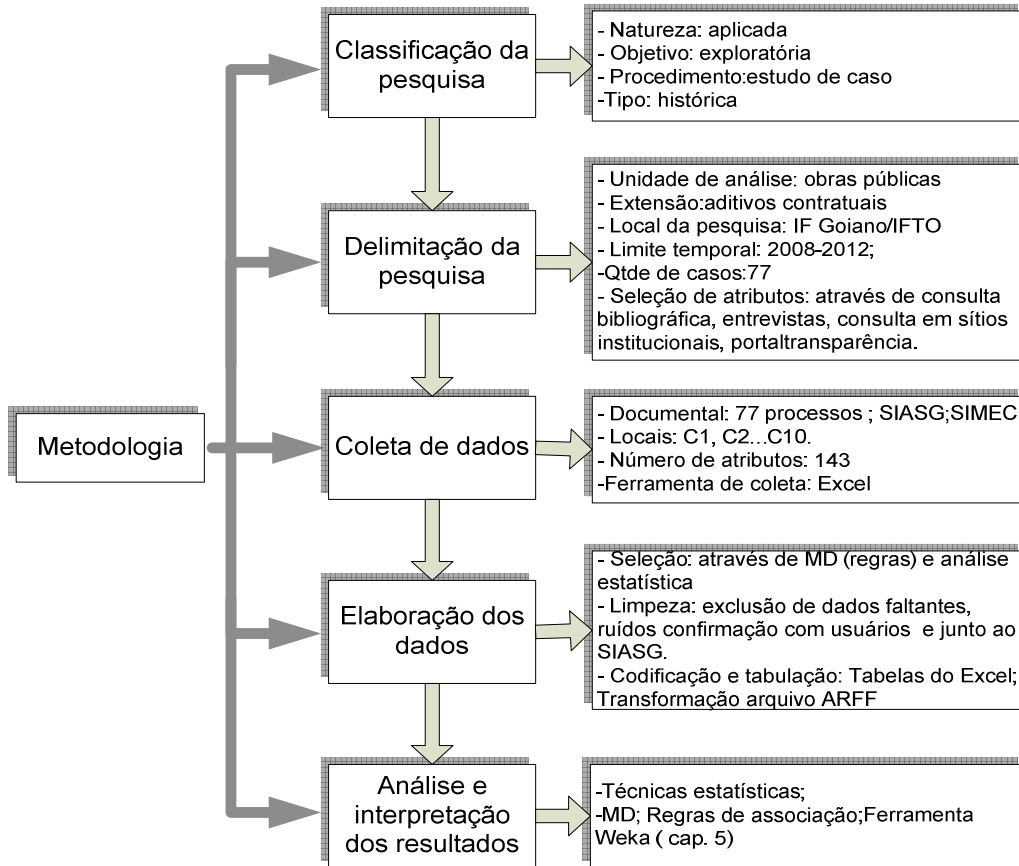


Figura 4.1: Resumo metodológico
Fonte: Elaborada pela autora

5 RESULTADOS

O capítulo apresenta os procedimentos realizados na pesquisa, demonstrando sua evolução e desempenho, bem como análise e interpretação dos dados, realizados através de técnicas estatísticas e MD. Regras de associação são aplicadas para descoberta de possíveis relações de dependência dos dados e criação de um modelo. Também é aplicado um teste estatístico para avaliar a qualidade das (melhores) regras gerada(mineradas) e validar o modelo.

5.1 Apresentação e Descrição dos Dados

A partir da seleção das entidades pesquisadas, localizadas em duas diferentes unidades da Federação, Goiás e Tocantins, identificou-se, pelo portal transparência, o valor total aplicado em obras no quinquênio 2008- 2012 no IF Goiano e IFTO, bem como o fornecedor contratado para execução das obras, através dos pagamentos efetuados. O resultado foi 112 registros para o primeiro Instituto e 52 para o segundo, totalizando 164 registros, conforme ilustra a figura 5.1.

Com os registros dos fornecedores, identificados pelo Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), foi possível utilizar o SICAF, através dos usuários do sistema, e identificar as obras com seus respectivos números de processos. Houve redução no número de registros encontrados, devido aos seguintes fatores:

- 1) Mais de um registro para a mesma obra - o portal transparência registra as ordens de pagamento, ou seja, havia fornecedores com mais de uma ordem de pagamento;
- 2) Registros de obras de exercícios anteriores a 2008;
- 3) Na coleta dos dados, feita nos próprios *campi*, deparou-se com a impossibilidade de acesso a todos os processos enumerados, seja pela

dificuldade de localização dos mesmos, ou pelo fato de existir obras paradas ou em andamento.

Assim, o levantamento de dados incidiu sobre um total de 77 obras, das quais 44 estão localizadas em Goiás e 33 no Tocantins, conforme o gráfico da Figura 5.1(a). A maioria das obras, 52% são construção, seguido pelas reformas, que respondem por 36%, conforme mostra a Figura 5.1(b).

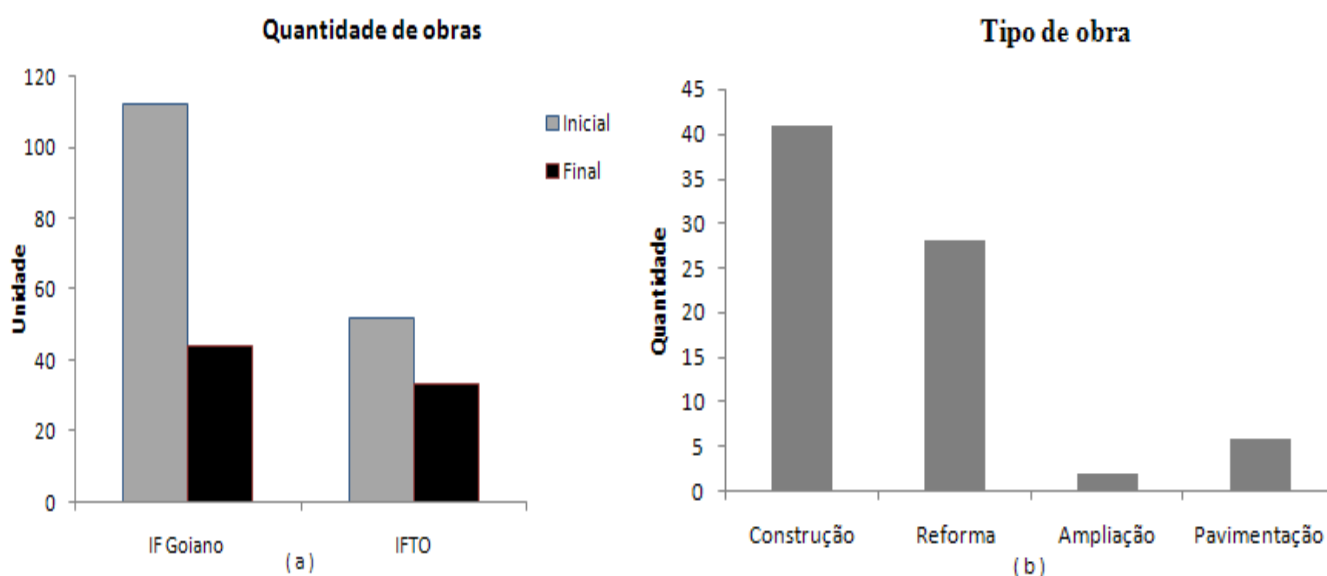


Figura 5.1: Gráfico de barras de quantidade de obras, em unidades e tipo de obra.

5.1.1 Coleta de dados e pré-processamento

Os dados utilizados na pesquisa foram coletados diretamente em uma planilha Excel composta por 5 tabelas, com as seguintes denominações e número de atributos:

- Tipo de obra- 84;
- Estudos Preliminares-09;
- Projeto Básico-51;
- Edital-43;
- Contrato-44.

A primeira tabela identifica cada obra, indicando se a mesma é construção, reforma ou adaptação por exemplo, sendo que a mesma não é considerada como atributo. As demais tabelas são referentes às etapas necessárias para execução de obras públicas, estando de acordo adaptação feita pela autora a partir da cartilha do TCU, conforme resumo apresentado na tabela 5.1.

Tabela 5.1 Resumo de atributos – estado inicial

Estudos Preliminares	Projeto Básico	Edital	Contrato
Prog. De Neces.	Form. Elab.	Pub. Ed.	Emp. Cont.
Esc. Do local de implant.	Mod. Lic.	Abert. Prop.	Ass. Cont.
Estudos Geológ.	Valor	Hom. Lic.	Praz. Vig. Cont.
Cons. Aspectos Legais	Tip. Lic.	CAP. Social	Tér. Cont. adit.
Estudo de Viab. Do empre	Temp. Proj.	Possui Adeq. Orç.	Loc. Obra
Estimativa de Custo	Contempla toda	Previsão no PPA	Origem dos Recursos

Fonte: Elaborado pela autora

A coleta de dados foi realizada através da análise direta de documentos relativos aos Estudos Preliminares, ao Projeto Básico, ao Edital, a Publicação, Julgamento e Homologação da Licitação e Contrato constantes nos processos licitatórios de obras nos campi C1, C2 ...C10 e Reitoria R1, pertencentes ao IF Goiano e IFTO, bem como em entrevista com engenheiro ou gestores envolvidos na execução das obras.

Um pré-teste foi aplicado nos dados, ao término da coleta no primeiro campus visitado, denominado C1, o qual reduziu os atributos de 147 para 119, pois alguns eram difíceis de se obter, como, por exemplo, a data de início das obras e área construída. Assim, os dados coletados nos demais *campi* foram referentes aos 119 atributos.

A análise exploratória dos dados foi realizada diretamente no banco de dados Excel. Por outro lado, para aplicar a MD, os dados precisaram ser convertidos para o formato *atributte-relation file format, (arff)*.

5.1.2 Seleção e limpeza dos dados

Para composição do conjunto de dados final, partiu-se da planilha inicial reduzida, com 119 atributos, adotando-se os procedimentos descritos a seguir para seleção e limpeza dos dados.

Através de observação detectou-se a presença de atributos irrelevantes, ou mesmo relevantes, mas com dados faltantes e/ou difíceis de serem levantados e analisados, os quais, após serem localizados foram eliminados da base de dados. Um bom exemplo de um atributo relevante, mas de difícil coleta é o do projeto básico, onde uma importante variável “tempo de elaboração do projeto básico” teve que ser retirado do banco de dados, pois quando o projeto básico é elaborado por terceiros é praticamente impossível obter tal informação. Outro dado importante que não deve fazer parte da pesquisa é o tamanho da área, pois muitas obras não traziam essa informação.

Após essa limpeza, a base de dados ficou reduzida a 46 atributos. Essa base foi convertida para o formato *.arff* e tentou-se gerar algumas regras no *Weka*, com o algoritmo de associação. Entretanto, estes testes não apresentaram nenhum resultado, devido a presença de dados não parametrizados ou com inconsistências. Assim, uma nova filtragem foi efetuada.

A partir da nova base, que resultou em 21 atributos, as etapas da tabela foram renomeadas e alguns dados ainda faltantes, discrepantes ou estranhos foram confirmados diretamente junto ao SIASG, através do endereço eletrônico do *comprasnet*, bem como através de consulta aos campi, quando servidores dos próprios campi realizaram nova consulta à processos ou buscaram junto à sistemas de informação, como o SICAF, algumas informações indisponíveis em documentos físicos, como, por exemplo, o capital social de algumas empresas e data do último aditivo.

Dessa forma foi possível aplicar o algoritmo de MD de regras de associação, identificar e selecionar os atributos da base definitiva, que passou por três processos, excluindo atributos que apesar de interessantes não geravam nenhuma regra. A primeira base, com 21 atributos, conforme ilustrado na tabela 5.2, posteriormente 13 e finalmente 9 atributos.

Tabela 5.2 Seleção e classificação de atributos

Nome da tabela	Atributo	Tipo	Atributo	Tipo
Tipo de obra	N. obra	Numérico		
Planejamento	Loc. obra	Nominal	Alt. Projeto Básico (PB)	Nominal
	UF	Nominal	Erro do PB	Numérico
	Forma elaboração P.B	Nominal		
Licitação	BDI %	Numérico	Capital Social Fornecedor	Numérico
	Modalidade licitação	Numérico	Projeto Executivo	Nominal
	Tempo publicação	Numérico	Empr. Habilitadas	Nominal
Contratação	Empresa Contratada	Nominal	Motivo de Aditivo	Nominal
	Prazo Vigência Contrato (previsão)	Nominal	Valor Contrato Inicial	Numérico
	Tempo de entrega Contrato	Nominal	Valor Aditivo	Numérico
	Tempo Adit. Contrato	Nominal	Valor Contrato Final	Numérico
	Valor de Referência	Numérico		

Fonte: Elaborada pela autora

5.1.3 Codificação e tabulação

Alguns dados foram categorizados e/ou codificados, conforme relação descrita no anexo II, para viabilizar e otimizar a aplicação de técnicas estatísticas e de regras de associação. Mesmo dados quantitativos foram codificados, tais como, os exemplos relativos aos valores, haja vista a oscilação entre os mesmos.

Para construção do modelo através de técnicas estatísticas os dados não precisaram ser tabulados, pois o formato de coleta já permitia aplicação das técnicas estatísticas. Entretanto, para aplicação do algoritmo *apriori* utilizado na geração de regras de associação, os dados constantes na tabela do Excel foram transformados para o formato CSV, para extrair o arquivo através de um editor de texto e posteriormente, converteu-se para arquivo *arff*, assumindo um novo formato, conforme demonstra Figura 5.2.

```

@relation 'licitacoes'
@attribute UF {'GO', 'TO'}
@attribute FormElab {'Elab. Orgao', 'Contratado'}
@attribute BDIPar {1, 2, 3, 4}
@attribute TempoPubPar {1, 2, 3, 4, 5}
@attribute EmprHabilitadas {'Alto', 'Medio', 'Baixo'}
@attribute PrazVigContPar {1, 2, 3, 4, 5}
@attribute TempoEntregaPar {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}
@attribute TempoAditivoPar {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}
@attribute ValContInicPar {1, 2, 3}
@attribute ValAditPar {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}
@attribute AltProjBas {'sim', 'nao'}
@attribute HouveAditivo {'sim', 'nao'}
@attribute HouveTempo {'sim', 'nao'}

@data
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 2, 'Alto', 2, 7, 7, 1, 0, 'sim', 'nao', 'sim'
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 4, 'Baixo', 2, 5, 5, 2, 1, 'sim', 'sim', 'sim'
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 2, 'Baixo', 2, 2, 0, 1, 1, 'sim', 'sim', 'nao'
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 4, 'Baixo', 2, 2, 1, 1, 0, 'sim', 'nao', 'sim'
'GO', 'Elab. Orgao', ?, 4, 'Baixo', 4, 6, 2, 2, 0, 'nao', 'nao', 'sim'
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 5, 'Alto', 2, 7, 7, 2, 1, 'nao', 'sim', 'sim'
'GO', 'Elab. Orgao', 1, 3, 'Baixo', 3, 4, 2, 2, 0, 'nao', 'nao', 'sim'

```

Figura 5.2 :Estrutura completa dos dados “*arff*” utilizados na geração de regras no software *Weka*

5.1.4 Elaboração do modelo

Com a base de dados finalizada foi possível elaborar o modelo, através de regras de associação, utilizando-se o algoritmo *apriori* e o software *Weka*. O algoritmo selecionou os atributos que melhor representassem o modelo através de geração de eventos frequentes e seleção das melhores regras. Para validação do modelo é aplicado

o teste estatístico “quiquadrado”. Com isso, é possível avaliar a força das regras de associação criadas no modelo.

Para serem válidos os padrões descobertos devem possuir algum grau de certeza, que garantam que os casos relacionados ao padrão, bem como os exemplos cobertos, sejam aceitáveis (BÜRKLE, 2004).

5.2 Análise e Interpretação dos Dados

Considerando o grande número de atributos e a inexistência de padrões de relacionamento entre todos, a análise está estruturada da seguinte forma: i) Análise exploratória dos dados, através de técnicas estatísticas; ii) Aplicação de MD, geração de padrões por meio de regras de associação; iii) Aplicação do teste quiquadrado para validação do modelo.

Busca-se com as análises estatísticas extrair características e descrever os dados originais, a partir de novas características, através de uma combinação de atributos da amostra original. As métricas estatísticas utilizadas foram percentagem, média e número bruto.

5.2.1 Análise de alguns atributos referentes ao Projeto Básico e Licitação com técnicas estatísticas e sua influência na criação do modelo

A Figura 5.3 apresenta dois gráficos de Erro do Projeto Básico. A análise é feita considerando todos os dados (*dataset*) e os dois Institutos localizados em Goiás e Tocantins. A Figura 5.3a, apresenta os *outliers* observados, que foram extraídos do processo para cálculo da média percentual do erro.

O gráfico de barras, Figura 5.3b, mostra duas situações de erro: $-15\% \geq \text{erro} \geq 15$. Erro $\leq -15\%$, ou erro negativo, representa obras cujo valor final está acima do estimado no projeto básico. Como exemplo, uma obra cujo valor de projeto básico foi estimado em R\$ R\$ 395.000,00 e no final pagou-se R\$413.000,00. Para essa

situação de erro, o comportamento foi o seguinte, em Goiás o percentual foi 11,6% e no Tocantins de 6,4%. Apesar da baixa incidência, alguns valores se apresentaram muito acima do erro aceitável, em Goiás -28,68%, -24,96% e -24,54% e em Tocantins -21,31%. Para o conjunto de dados o percentual foi de 9,4%. Para segunda situação, erro $\geq 15\%$, quando o valor final da obra apresenta-se menor que o estimado, o comportamento dos dados foi semelhante para as três análises, com um erro médio de 9,5%. Da mesma forma, apesar da baixa incidência de erro alguns números ficaram muito acima do tolerável, como no caso de duas obras em Goiás com aumentos de 32,5% e 29,5%.

Em 82% dos casos analisados o erro do projeto ficou dentro da normalidade, ou seja: $-15 \leq \text{erro} \leq 15$. Para Goiás esse percentual é de 79% e em Tocantins 84%.

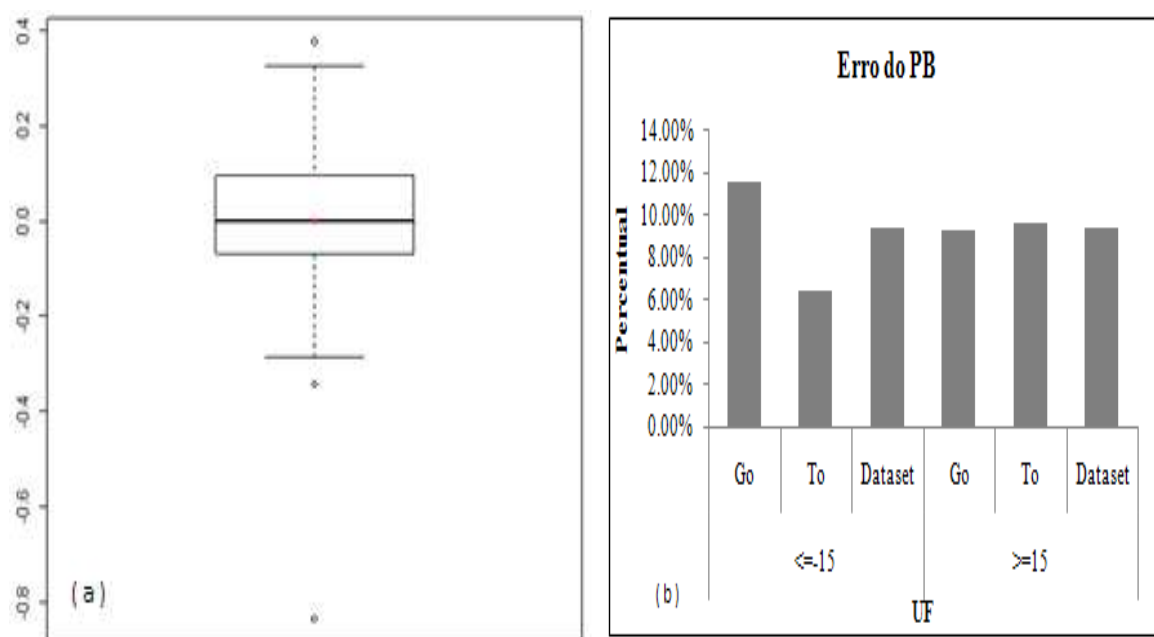


Figura 5.3: Gráfico BoxPlot (a) e gráfico de barras (b), apresentando erro do projeto básico para os Institutos localizados em Goiás, Tocantins e para o conjunto de dados (*dataset*).

A Tabela 5.3¹⁷ evidencia que praticamente 80% das obras em Goiás possuem BDI de 20%, classificada como médio. Já no Tocantins 70% das obras possuem BDI 26,4%, ou seja,

¹⁷ Construída a partir da análise dos histogramas e de parametrização dos dados, disponíveis nos anexos I e II

de classificação alto. Para a análise considera-se o limite de 25%, estabelecido pelo BDI paradigma. Percebe-se uma diferença expressiva no BDI praticado pelos órgãos nos dois Estados da Federação. O histograma do anexo I apresenta esta questão com clareza, uma vez que através dele verifica-se que no Tocantins menos de 1% das obras possuem BDI de 20%, e que em Goiás o maior BDI está pouco acima de 24% e que corresponde a apenas 9% das obras. Quando se analisa no conjunto de obras o BDI, verifica-se a influência de Goiás, pois 47% classifica-se como médio.

Depreende-se também da análise da Tabela 5.3 que na maioria dos procedimentos licitatórios a competitividade em Goiás foi menor do que no Tocantins, o que pode ser resultado do tempo de publicidade, que em 57% dos casos é baixo, enquanto que esse número no Tocantins é de 32%. No mesmo sentido, das 33 obras analisadas no Tocantins, 48% teve uma alta publicidade, contra apenas 18% em Goiás. Os dois órgãos, quando analisados conjuntamente, apresentam uma baixa publicidade e uma vez que o número de obras em Goiás é maior, o resultado geral vai sofrer forte influência do comportamento dos dados dessa unidade.

Tabela 5.3 Classificação da etapa Licitação, com os atributos BDI, empresas habilitadas e tempo de publicação, os dois últimos relativos à competitividade e publicidade do procedimento licitatório

Entidades	Competitividade	Publicidade	BDI
Go	77% Baixa 14% Média	57% Baixo 18% Alto	80% (médio, 20%) 9, % (alto 24%)
To	66% Baixa 30% Média	48% Alta 32% Baixo	70% (alto, 26,4) 18% (alto 23,2)
Go/To	71% Baixa 22% Média	45% Baixa 35% Média	47% (médio 20%) 32% (alto, 25%)

Fonte: Elaborada pela autora

5.2.3 Análise do aditivo contratual de valor e tempo, com técnicas estatísticas e sua importância para o modelo.

A análise incidu sobre o percentual do valor dos aditivos. O histograma da figura 5.4(a), mostra o resultado do conjunto de dados de onde depreende-se que, das 77 obras analisadas, 59% não tiveram aditivo de valor ou o aditivo foi de até 5%, ou seja, o valor final foi igual ou no máximo 5% acima do valor do contrato inicial. Dos 41% restante, apenas 11% acima de 20%. Nenhum aditivo é superior a 25%, limite estabelecido por lei para aditivos contratuais. Menos de 1% das obras sofreram supressão, ou seja, o valor final ficou menor que o valor do contrato inicial.

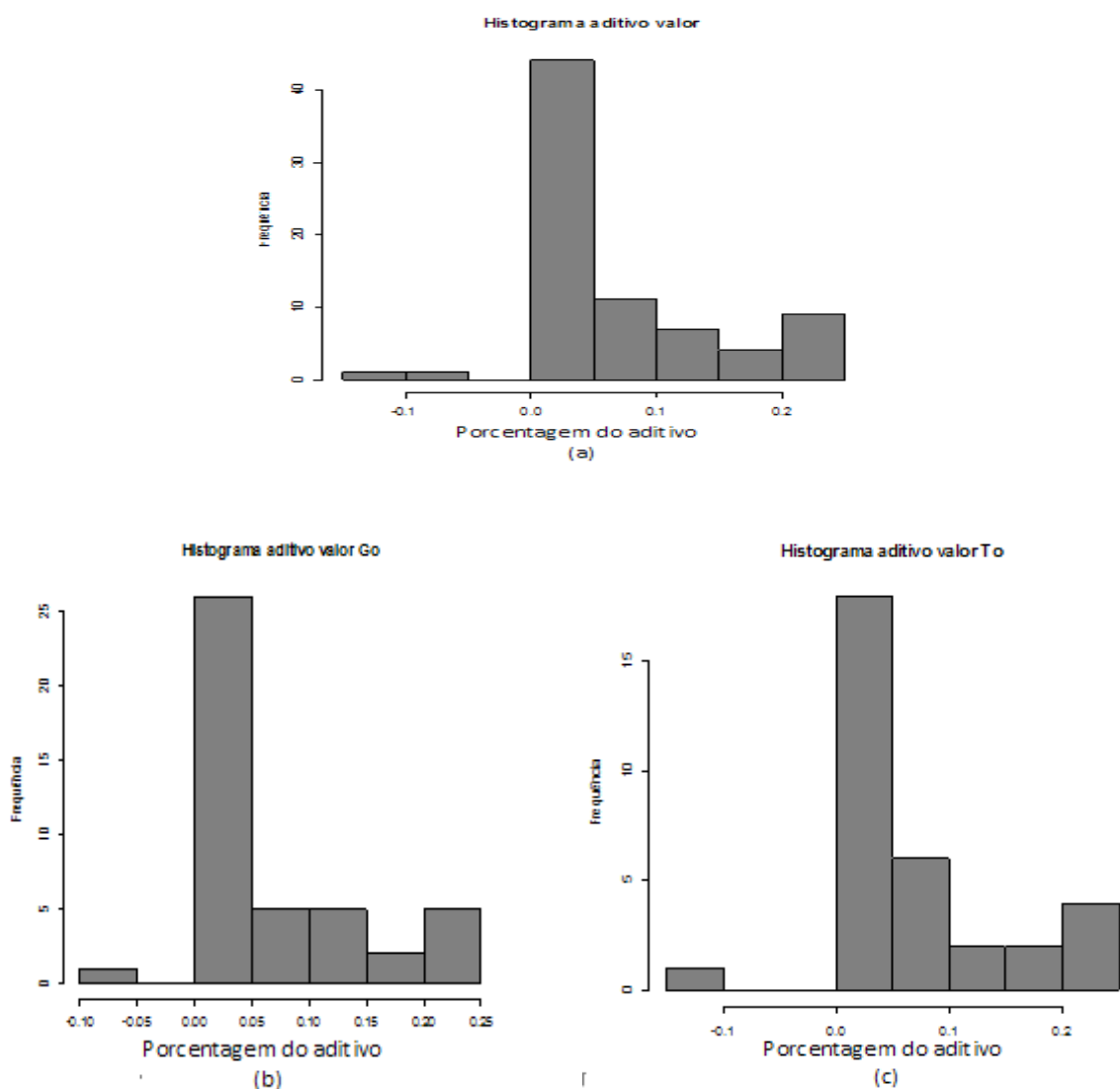


Figura 5.4 Histograma aditivo valor, figura 5.4(a) de todos os dados; Histograma aditivo valor do Instituto Federal localizado em Goiás, figura 5.4(b) e Histograma aditivo valor do Instituto Federal localizado em Tocantins, figura 5.4(c).

Conforme ilustrado na figura 5.4(b), 61% das obras analisadas não tiveram aditivo ou o aditivo não excede a 5% e apenas 9 % tiveram aditivos superiores a 20%. No Tocantins, como mostra a figura 5.4(c), esse número é de 12%, enquanto 58% não tiveram aditivos ou o aditivo foi no máximo de 5%. Considerando que a lei permite aditivos em até 25% do valor do contrato, a análise mostra um comportamento dentro da normalidade.

A Figura 5.5 mostra os tempos de contrato, onde no Instituto localizado em Tocantins a média do tempo estimado para execução de uma obra é superior em 49% ao tempo estimado do IF localizado em Goiás, e o tempo de aditivo é inferior em 55%. Analisando o conjunto de dados, a média de atraso do conjunto de dados, ou seja, dos dois institutos é de 160 dias, sendo em Goiás de 240 dias e em Tocantins de 134 dias. Assim, é um atributo de grande interesse para o modelo, sendo considerado o atributo alvo na geração de regras de MD.

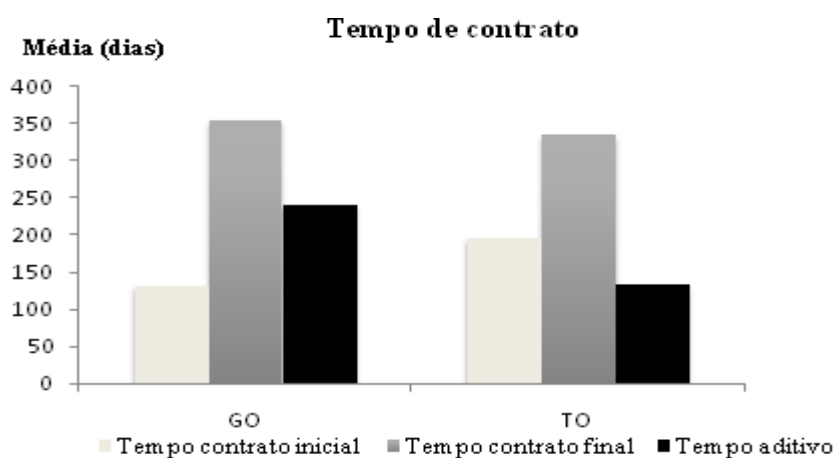


Figura 5.5: Gráfico de barras dos tempos de contrato nos Institutos Federais localizados Goiás e Tocantins.

5.2.4 Análise das justificativas ou motivos de aditivos contratuais com técnicas estatísticas e sua importância para o modelo.

A Figura 5.6 apresenta as justificativas dos aditivos contratuais da pesquisa. Essas foram codificadas através de números, conforme especificação disponível no anexo II. Os principais motivos apresentados são: acréscimos de serviços (7); alteração do projeto básico

(5) e período chuvoso (4); Conforme Figura 5.6(a), o acréscimo de serviços (7) é o principal motivo apresentado e responde por 21% das justificativas no conjunto de dados, seguidos pelos motivos 5 e 4. Os três motivos têm uma frequência muito próxima, com diferença inexpressiva entre os três. Juntos respondem por 61% das causas de aditivos. O motivo 7 está relacionado diretamente com o órgão que contrata os serviços e demonstra uma possível ausência ou falha no planejamento, pois ao longo da execução da obra o projeto básico sofre alterações.

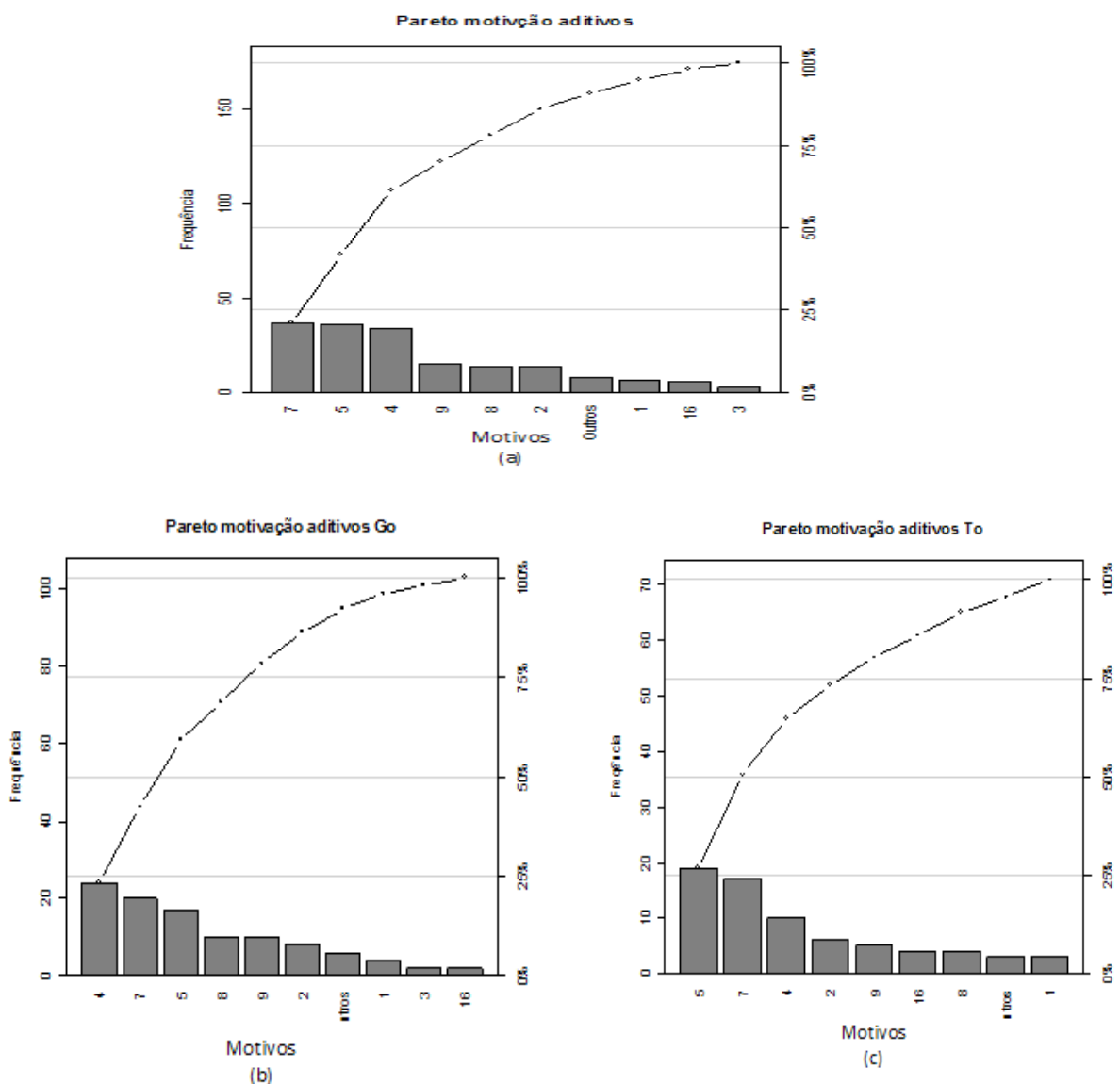


Figura 5.6: Três gráficos de Pareto. Figura 5.6(a)- Motivação de aditivos do conjunto de dados. Figura 5.6(b) - Representa motivação de aditivo do Instituto Federal localizado em Goiás; Figura 5.6(c) - Representa motivação de aditivos do Instituto Federal localizado em Tocantins.

Em Goiás, Figura 5.6(b), o principal motivo é o período chuvoso (4) que responde por 23% dos motivos de atraso das obras, seguido pelo acréscimo de serviços 19% e alteração de projeto básico, os três motivos principais totalizam 59%. Conforme mostra a Figura 5.6(c), no Tocantins, o motivo alteração do projeto básico (5), representa 26%, já acréscimo de serviços (7), responde por 24% dos motivos de aditivos, seguido pelo motivo 4. Juntos, os três representam 64% dos motivos de aditivos. Dentre os motivos que podem ensejar alteração do projeto básico estão sua adequação às normas do corpo de bombeiro ou vigilância sanitária, ou sua imprecisão

5.2.5 Aplicação de Regras de Associação para descoberta de padrões nos aditivos contratuais de tempo.

O problema estruturou-se da seguinte forma: a partir do conjunto de eventos E , encontre todas as regras que tenham suporte $\geq \text{minsup}$ e confiança $\geq \text{minconf}$, onde minsup e minconf são os limites de suporte e confiança mínimos estabelecidos, cujo atributo alvo seja aditivo de tempo.

O processo de descoberta de regras de associação deu-se através do algoritmo *apriori*, utilizando o software *Weka*. Para execução do algoritmo, os dados foram convertidos para o formato *arff*, com o suporte mínimo configurado em 50%, para um *dataset* das 77 obras cadastradas, procurando regras que ocorressem no mínimo 38 vezes, no conjunto de eventos especificados no anexo III.

Tabela 5.4 Resumo de sigla de eventos de contratos de obras

Sigla	Eventos
E1	{UF Go}
E2	{UF To}
E3	{PB elaborado pelo órgão contratante}
E4	{PB contratado}
E5	{BDI baixo}
⋮	{...}
E52	{Houve Tempo Não}

Fonte: Elaborado pela autora

O anexo mostra ainda as siglas utilizadas para simplificar o entendimento do processo, conforme mostrado na Tabela 5.4.

A estratégia utilizada pelo algoritmo é a geração de itens frequentes e das melhores regras. Após sucessivas interações, com inclusão e exclusão de atributos e alterações de *minsup* e *minconf*, estabeleceu-se um *minsup* \geq a 45% e *minconf* \geq 50%, para geração de 10 melhores regras, com 9 atributos especificados na Figura 5.7.

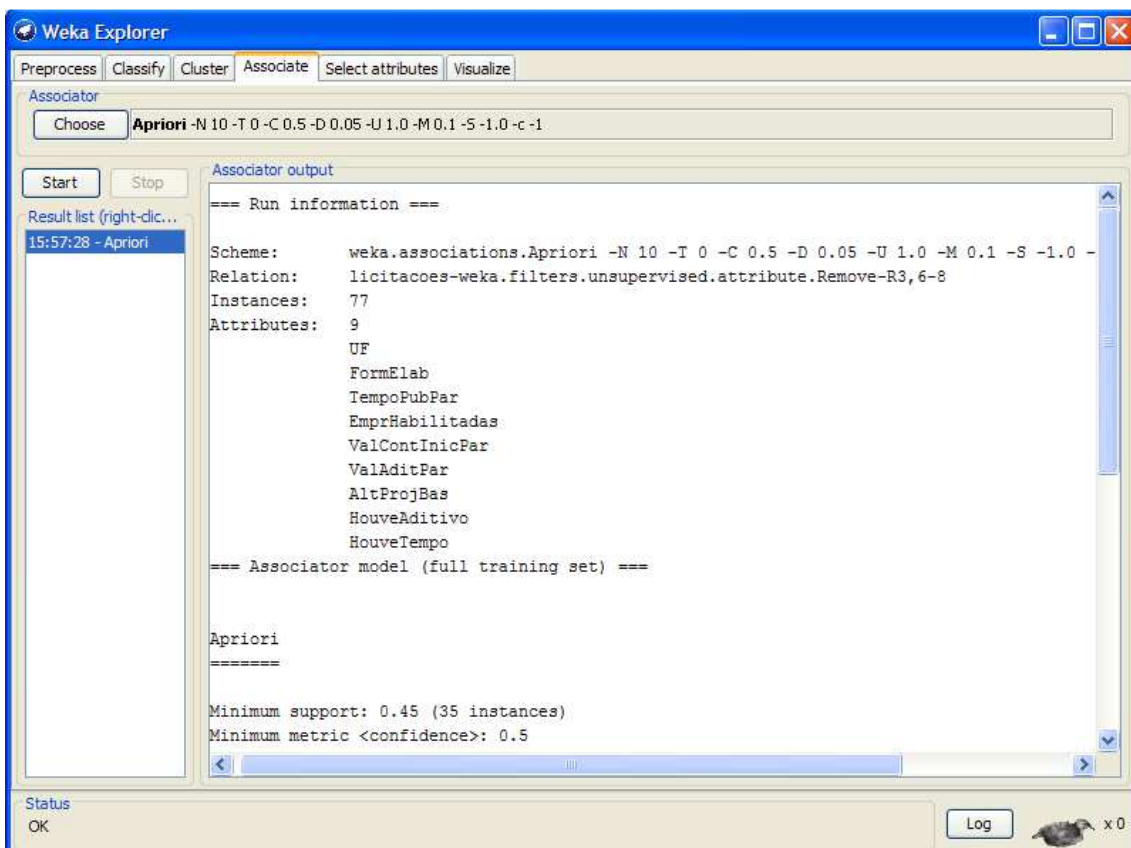


Figura 5.7: Tela do *Weka* com atributos selecionados na obtenção das melhores regras.

A geração de itens ou eventos frequentes encontra todos os conjuntos de itens que satisfaçam o limite do *minsup*, e a geração de regras extrai as melhores regras, ou seja, com alta confiança, considerando o limite estabelecido de *minconf*, conforme mostra a Figura 5.8, melhores regras de associação.

A Figura 5.8 destaca a base de dados, com todas as transações, o conjunto de eventos freqüentes e seleção das melhores regras. Dez regras de associação foram geradas, as melhores regras demonstram que 86% das obras em Goiás tiveram aditivo de tempo e que o próprio órgão elabora o projeto básico em 82% dos casos analisados. Sobre o total de obras, ou seja, com a inclusão do IFTO esse percentual é de 65%, dos quais 78% existe aditivo de tempo e 76% o número de empresas que foram habilitadas na licitação é baixo, conforme parâmetro do anexo II. 55% das obras que tiveram alteração de projeto básico e 82% tiveram aditivo de tempo. Em 71% das obras licitadas o número de empresas participantes foi baixo e 82% tiveram aditivo de tempo.

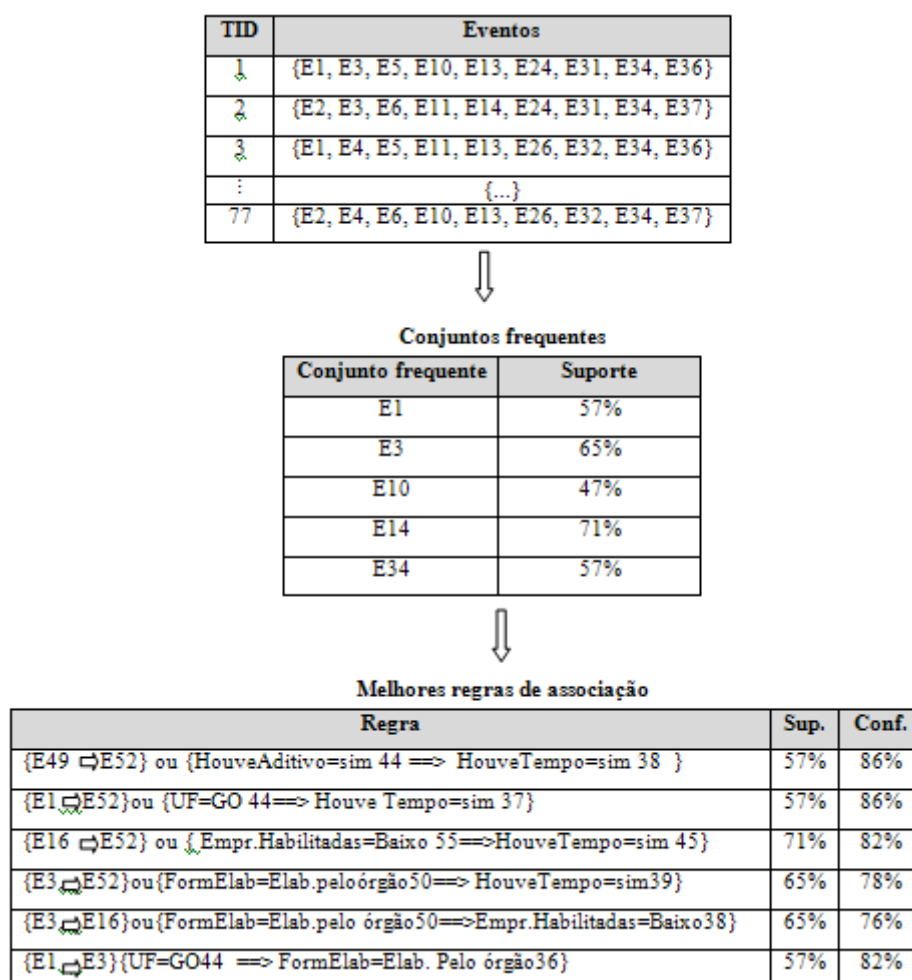


Figura 5.8 Etapas da geração e seleção das melhores regras pelo algoritmo *apriori*

A Figura 5.9 mostra um resumo da relação dos 9 atributos utilizados para gerar regras de associação, onde azul significa que houve tempo de aditivo e vermelho que não houve tempo de aditivo. O atributo houve tempo, último quadro da Figura, mostra que 84% das obras tiveram aditivo de tempo.

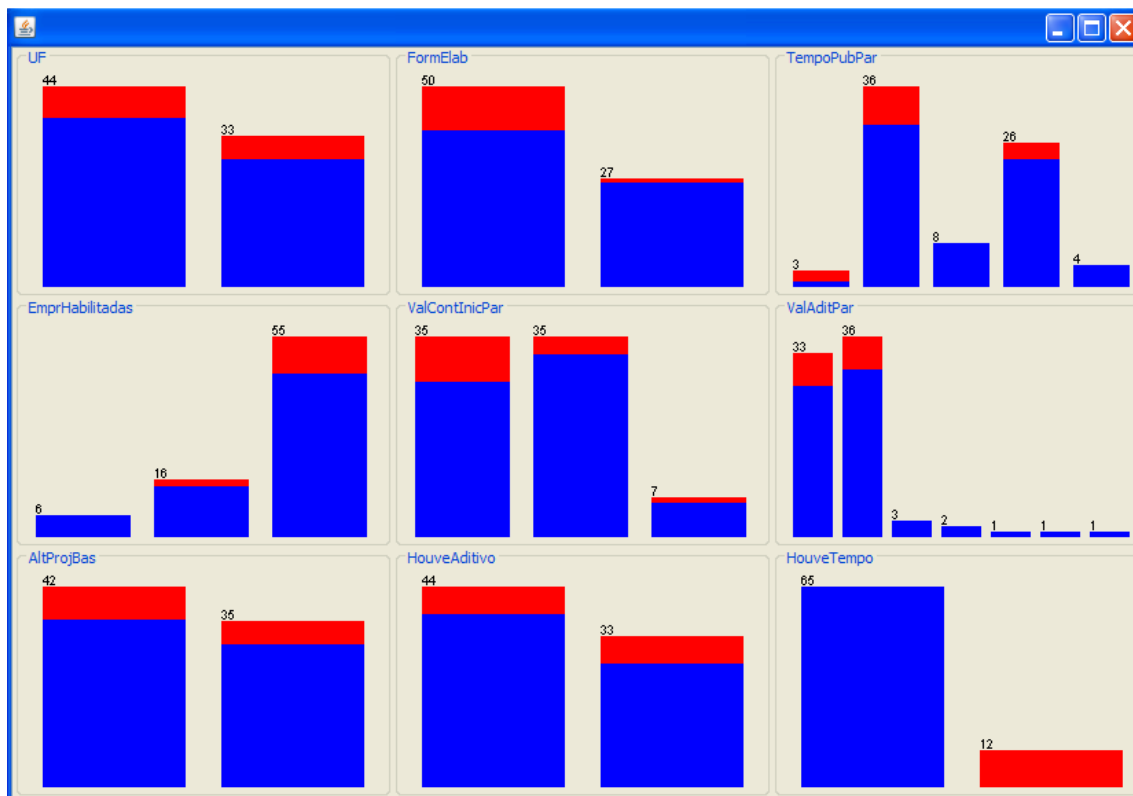


Figura 5.9 Relação do tempo de aditivo sim(azul) x tempo de aditivo não(vermelho) x atributos utilizados na geração de regras extraídos do *Weka*.

Na forma de elaboração do projeto básico, segundo o quadro da Figura, somente 35% foram contratados com terceiros, e mesmo quando isso acontece é forte a presença de aditivos contratuais de tempo. Essa distorção dificulta a validação do modelo. Assim, é necessário um teste estatístico para assegurar a qualidade das regras geradas na elaboração do modelo.

5.2.6 Aplicação do teste quiquadrado na avaliação dos padrões descobertos.

Após análise das regras de associação, eliminou-se algumas regras redundantes¹⁸ e/ou óbvias e aplicou-se o teste quiquadrado, a fim de avaliar o grau de associação das regras, testando-se as seguintes hipóteses:

- a) Hipótese 01: O aditivo de tempo está associado ao aditivo de valor.

Para essa hipótese o teste quiquadrado apresentou $\chi^2 = 0,122$, e um coeficiente de contingência= 0,039. Assim, com esses valores entende-se que são baixas as evidências de associação, entre a existência de aditivo de tempo e aditivo de valor.

- b) Hipótese 02: O aditivo de tempo está associado à forma de elaboração do projeto básico.

Para essa hipótese o teste quiquadrado apresentou $\chi^2 = 0,761$, e um coeficiente de contingência= 0,099 Assim, com esses valores entende-se que há evidências de uma baixa associação, entre a existência de aditivo de tempo e a forma de elaboração do projeto básico.

- c) Hipótese 03: O aditivo de tempo está associado ao número de empresas habilitadas na licitação.

Nesse caso, o teste quiquadrado apresentou $\chi^2 = 2,169$, e um coeficiente de contingência= 0,165. Assim, com esses valores entende-se que há evidências de uma associação moderada, entre a existência de aditivo de tempo e o número de empresas habilitadas na licitação.

- d) Hipótese 04: O número de empresas habilitadas está associado à forma de elaboração do projeto básico.

¹⁸ Regras com suporte e confiança próximo dos valores esperados ou que podem ser deduzidas de outras regras presentes no conjunto de regras analisadas.

Nesse caso, o teste quiquadrado apresentou $\chi^2 = 1,992$, e um coeficiente de contingência= 0,159. Assim, com esses valores entende-se que há evidências de uma associação moderada, entre o número de empresas habilitadas e a forma de elaboração do projeto básico.

6 CONCLUSÕES

O cumprimento dos prazos previstos nos contratos deve ser a regra e não a exceção, uma vez que na elaboração das propostas considera-se o que estava previsto no edital, sendo decisivo para elaboração das propostas e na decisão dos fornecedores em participar ou não da licitação os prazos estipulados para execução da obra. Este trabalho mostra que essa não é a realidade, uma vez que o cronograma físico não é cumprido na grande maioria das obras analisadas.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo principal identificar características das obras públicas que contribuem para alterações no cronograma. A partir da pesquisa realizada confirma-se que, por meio da aplicação de técnicas estatísticas e KDD, é possível extrair conhecimento da base de dados elaborada. Através da aplicação de técnicas estatísticas e regras de associação a pesquisa identificou características do comportamento das obras analisadas e propôs um modelo para mitigar atrasos no cronograma.

O estudo mostra algumas características das obras com alterações no cronograma. Foi possível demonstrar que o cronograma financeiro não acarreta prejuízos para a administração pública, no caso concreto. Por outro lado, o cronograma físico não retrata nem de perto o que é acordado inicialmente, tornando-se um percalço para a sociedade e o poder público. Isso pode ser resultado da ausência de qualquer norma legal, infraconstitucional, que limite o tempo tolerável para os frequentes aditivos contratuais, que passaram a ser a única certeza quando da contratação de uma obra pública.

Através de regras de associação, percebe-se que certa dependência entre a forma de elaboração do projeto básico e o aditivo de tempo. A margem de erro no cronograma

físico é menor quando a elaboração do Projeto Básico é contratada com terceiros. Isso é reforçado pela forte presença de aditivo de tempo na UF Go, onde a maioria dos projetos básicos são elaborados pelo órgão.

Percebe-se ainda que a baixa competitividade está mais associada com aditivo de tempo quanto maior a frequência de elaboração do projeto básico pelo próprio órgão.

O coeficiente de contingência, do teste quiquadrado, revelou a existência de baixa e moderada associação entre as regras selecionadas. Isso pode ser atribuído à baixa quantidade de dados analisados. Entretanto, o teste mostra a importância de uma medida de eficiência dos padrões descobertos.

Apesar do trabalho ter analisado, através de regras de associação um aspecto financeiro das empresas, o percentual do capital social comprometido na obra, não foi possível estabelecer nenhuma relação de dependência neste quesito. A análise pode ter sido comprometida pela ausência do documento intitulado “Relação de Compromissos Assumidos” em todas as obras analisadas.

Destaca-se também que as análises estatísticas de erro do projeto básico, BDI, competitividade, publicidade, aditivo de valor, motivação de aditivos e tempo de contrato, onde o comportamento das duas instituições de ensino, de Goiás e Tocantins, difere bastante no que diz respeito aos tempos estimado e tempos de aditivos contratuais, reforçam a necessidade da gestão aprimorar o processo de planejamento das licitações de obras públicas, especialmente no que diz respeito à taxa de BDI, tempo de publicação do edital e elaboração do projeto básico.

É preciso garantir a isonomia e competitividade nos processos licitatórios, para que se possa realmente atingir o objetivo da licitação, ou seja, selecionar a melhor proposta, àquela mais vantajosa para a administração, com melhor condição técnica e financeira de executar o objeto de licitação isso é possível através de projetos básicos

bem elaborados, capazes de retratar com menor erro possível o que se espera da futura obra.

O gestor público deve aprimorar os procedimentos das fases de **planejamento e licitação** para execução das obras públicas, principalmente no que diz respeito à **elaboração do projeto básico e competitividade**.

6.1 Trabalhos Futuros

Sugere-se que em futuros trabalhos a MD seja aplicada em diferentes sistemas do governo federal, através do cruzamento de dados, para estabelecer relações entre o tempo de execução do projeto básico, o nível de endividamento da contratada e tamanho da área construída com o cumprimento de cronograma físico-financeiro, conforme termo contratual.

Ainda como sugestão de trabalhos futuros, poderá ser aplicado o mesmo procedimento deste trabalho em uma base maior de dados em outros órgãos do governo para expandir e melhorar o conhecimento descoberto.

Dada a complexidade na execução das obras públicas e as várias fases da mesma, recomenda-se a aplicação de MD para traçar um perfil das obras com maior atraso no cronograma, descobrir associação entre o atraso no cronograma em outras fases da execução de obras, tais como a fiscalização das obras, diários de obras, obras paralisadas e qualidade das obras públicas.

BIBLIOGRAFIA

AGRAWAL, Rakesh; IMIELINSKI, Tomasz; SWAMI, Arun. Mining association rules between sets of items in large databases. **ACM SIGMOD**. New York, ACM, v. 22, Issue2, p.207.216, June.1993. Disponível em <<http://www.it.uu.se/edu/course/homepage/infoutv/ht08/agrawal93mining.pdf>>. Acesso em: 10 set 2013.

ALVARENGA, Ricardo Akl Lasmar. **Caracterização de Competitividade em Pregões Eletrônicos por meio de Mineração de Dados**. 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

AMARAL, Antônio Carlos Cintra. Aditivos Superiores a 25% em contrato de empreitada de obra pública (Rodoanel de São Paulo) (Parecer). **Revista Interesse Público**. São Paulo: Entidade responsável pela publicação, n^o 31, v.6, p. 106-116, mai, 2005.

BERRY, Michael .J.A.; LINOFF, Gordon S. **Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship, management**. 2nd. Indianápolis: John Wiley publishing, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional de 5 de outubro com as alterações adotadas pelas emendas n 1/92 a 74/13 e emendas constitucionais de revisão n 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2013.

BRASIL. **Lei 11.892 de 29 dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11892.htm>. Acesso em: 20 de out. 2013.

BRASIL. **Lei 12.708, de 17 de agosto de 2012**. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e execução da Lei Orçamentária de 2013 e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/sof/LDO_2013/130405_Lei12708_de_170812.pdf>. Acesso em 10 de julho 2013.

BRASIL. **Lei 12.708, de 17 de agosto de 2012**; Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e execução da Lei Orçamentária de 2013 e dá outras providências. Brasília: 2012.. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/sof/LDO_2013/130405_Lei12708_de_170812.pdf>. Acesso em 10 de julho 2013.

BRASIL. **Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília: 1993. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L8666cons.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

_____. **Lei nº 12.513, de 26 de outubro de 2011**. Institui o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec); e dá outras providências. Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112513.htm>. Acesso em: 20 de out. 2013.

BÜRKLE, Paula Yamada. **Um método de pós-processamento de regras de associação com base nas relações de dependência entre os atributos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal Fluminense, 2006.

CAMPITELI, Marcus Vinícius. **Medidas para evitar o superfaturamento decorrente dos “jogos de planilha” em obras públicas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CHAPMAN, Pete *et al.* **CRISP-DM 1: Step-by-step data mining guide**. SPSS, 2000. Disponível em: <ftp://ftp.software.ibm.com/software/analytics/spss/support/Modeler/Documentation/14/UserManual/CRISP-DM.pdf>. Acesso em: 20 de set 2013.

CHEN, Ming Syan; HAN, Jiawei; YU, Philip S. Data mining: an overview from a database perspective. **IEEE transaction on knowledge data engineering**, v.8, N. 6, p.866-883, Dec.1996. Disponível em:<http://cs.nju.edu.cn/zhouzh/zhouzh.files/course/dm/reading/reading01/chen_tkde96.pdf>. Acesso em: 22 de set 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

CONFEA. **Resolução 361, de 10 de dezembro de 1991**. Dispõe sobre a definição de Projeto Básico em consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília: 1991. Disponível em:< <http://normativos.confea.org.br/downloads/0361-91.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

CRETELLA JÚNIOR, J. **Dos Contratos Administrativos**. Rio de Janeiro: Forense, 2001.

DEVORE, Jay L. **Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências**. Trad. Joaquim Pinheiro Nunes da Silva. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Direito Administrativo**. 23 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

DIAS, Maria Madalena. Parâmetros na escolha de técnicas e ferramentas de mineração de dados. **Acta Scientiarum**. Maringá: UEM/PPG, v.24, n^o 6, dez, 2002.

ELMARSI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. Tradução de Daniel Vieira. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2011.

FAYYAD, Usama; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory; SMYTH, Pdhraic. From data mining to knowledge discovery in databases. **AI magazine**, v. 17. N. 3, p.37-54, 1996. <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.42.1071>>. Acesso em: 20 ago 2013.

FERREIRA, C. Eduardo. **Mineração de Dados Aplicada ao Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal – SIAFI: Detecção de Anomalias**

na **Emissão de Notas de empenho**. 2008. Tese (Doutorado em Modelagem Computacional) - Laboratório Nacional de Computação Científica, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2008.

FERREIRA, C. Eduardo. **Mineração de Dados Aplicada ao Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal – SIAFI: Detecção de Anomalias na Emissão de Notas de empenho**. 2008. Tese (Doutorado em Modelagem Computacional) - Laboratório Nacional de Computação Científica, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2008.

FRAWLEY, William J.; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory; MATHEUS, Christopher J. Knowledge Discovery in databases: an overview. **AI Magazine**, v. 13 n. 3, p.57-70, 1992..Disponível em: <<http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1011/929>>. Acesso em: 19 ago 2013

GASPARINI, Diógenes. **Direito Administrativo**. 15 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo:Atlas, 2010.

GOEBEL, M. ; GRUENWALD, Le. A survey of data mining and knowledge discovery software Tool. **Journal SIGKDD**, V. I. Issue 1, p 20-33, 1999.Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.27.24>>. Acesso em: 23 set 2013.

GOEBEL, M. ; GRUENWALD, Le. A survey of data mining and knowledge discovery software Tool. **Journal SIGKDD**, V. I. Issue 1, p 20-33, 1999.Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.27.24>>. Acesso em: 23 set 2013.

GONZÁLES, Marco Aurélio Stumpf. A documentação como requisito para o incremento da qualidade: dos contratos de construção por empreitada e por administração, in: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 17. Gramado: ABEPRO, 6-10, out. 1997. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP1997_T3208.PDF. Acesso em: 10 ago 2013.

GRILO JÚNIOR, Tarcísio Ferreira. **Aplicação de Técnicas de Data Mining para Auxiliar no Processo de Fiscalização no Âmbito do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

GUIMARÃES, William Sérgio Azevêdo. **Data mining aplicado ao serviço público, extração de conhecimento das ações do Ministério Público brasileiro**. 2000. Dissertação (Mestrado em ciência da computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

HALL, Mark et al. The WEKA data mining software: an update. New York: SIGKDD Explorations. v.11, Issue 1, **ACM SIGKDD**, p.10-18, june 2009.Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1656278>>.Acesso em: 19 jul 2013.

HAYKIN, Simon. **Redes neurais: princípios e práticas**. 2.ed.Tradução de Paulo Martins Engel.Porto Alegre: Bookman, 2001.

HINES, William W. **Probabilidade e estatística na engenharia**. 4.ed. Trad. Vera Regina de F. e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

IBRAOP. **Orientação Técnica 01/2006**. Esta Orientação Técnica visa uniformizar o entendimento quanto à definição de Projeto Básico especificada na Lei Federal 8.666/93 e alterações posteriores. Disponível em:<http://www.ibraop.org.br/media/orientacao_tecnica.pdf/. Acesso em: 20 jan. 2013.

JIMENEZ, Carla. O Brasil vai virar um canteiro de obras: a pressão dos eventos esportivos e a necessidade de estimular a economia farão de 2012 o ano dos megaprojetos. **Revista Isto é Dinheiro**. Ed. 743.28/dez/2011. Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/76110_O+BRASIL+VAI+VIRAR+UM+CANTEIRO+DE+OBRAS.> Acesso em 02 jul.2013.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 11 ed. São Paulo: Dialética, 2005.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo. Atlas, 2008.

_____ **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed.São Paulo: Atlas, 2010.

LEMONS, Eliane Prezepiorski; STEINER, Maria Teresinha Arns;NIEVOLA, Julio César. Análise de crédito bancário por meio de redes neurais e árvores de decisão: uma aplicação simples de data mining. **Revista de Administração**. São Paulo:USP,V.40, n° 3,p.225-234, jul./ago./set, 2005. Disponível em:<http://www.rausp.usp.br/busca/artigo.asp?num_artigo=1167>. Acesso em: 01 set 2013.

MARTINHAGO, Sérgio. **Descoberta do conhecimento sobre o processo seletivo da UFPR**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MEC. **Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**.Disponível.em:<http://redefederal.mec.gov.br/index.php?Itemid=2&id=52&option=com_content&view=article>. Acesso em 18 de out. 2013.

MEGGINSON, Leon C.; MOSLEY, Donald C.; PIETRI JÚNIOR, Paul H. **Administração: conceitos e aplicações**. 4. ed. Harbra, 1998.

MEIRELLES, Helly Lopes. **Direito Administrativo brasileiro**. 37. ed. atual. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010.

MELLO, Celso Antônio Bandeira. **Curso de Direito Administrativo**. 27. Ed. São Paulo: Malheiros, 2010.

MENDES, André Luiz ; BASTOS, Patricia Reis Leitão. Um aspecto polêmico dos orçamentos de Obras Públicas: Benefícios e Despesas Indiretas BDI. **Revista do Tribunal de Contas da União**, Brasília, Instituto Serzedello Corrêa, nº,88, v. 32, abr/jun 2001, p.13-28.Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2055358.PDF> Acesso em: 15 jul.2013.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchik (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MORESI, Eduardo (Org.). **Metodologia da pesquisa**. Universidade de Brasília,PRPG: Brasília,.2003.Disponível em.<<http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em: 22 de out. 2012.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**. São Paulo: FEA-USP, N^o 3 V. 1, jul-dez. 1996.

OLIVEIRA NETTO, Antônio Alvim de. **Metodologia da Pesquisa Científica: guia prático para a apresentação de trabalhos acadêmicos**. 3.ed. Visual Books,2008.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo. Pioneira, 2002.

PACHECO FILHO, Ary Braga. O projeto básico como elemento de responsabilidade na gestão pública. **Revista do Tribunal de Contas da União**,Brasília, Instituto Serzedello Corrêa,nº99,jan/mar2004.Disponível em:<<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2054648.PDF>. Acesso em: 02 jun. 2013.

PACHECO, Eliezer. **Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Disponível em :<<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/sinstitutos.pdf>>. Acesso em 20 de out. 2013.

PARK, Kil Hyang (coord.). **Introdução ao estudo da administração**. São Paulo: Pioneira.1997.

PEREIRA JÚNIOR, Jessé Torres; DOTTI, Marinês Restelatto. Alterações do contrato administrativo: releitura das normas de regência à luz do gerenciamento de riscos, em gestão pública comprometida com resultados. **Revista Fórum de Contratação e Gestão Pública**. Belo Horizonte: Biblioteca Digital Fórum de direito Público- Cópia da versão digital.nº88,abr.2009.<<http://bid.editoraforum.com.br/bid/PDILogin.aspx?ReturnUrl=%2fbid%2f>.Acesso em: 10 set. 2013.

PICCIRILLI, Tiago Levergger. **Mineração de dados aplicada a classificação dos contribuintes do ISS do município de Goiânia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2013.

REBOUÇAS, Rômulo Róseo. **Detecção de figurantes em pregão eletrônicos do governo federal brasileiro**. 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia de Informação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

RESENDE, Gontijo. Cátia. **Desenvolvimento de Modelo de Suporte ao Processo de Compras Governamentais Utilizando Técnicas de KDD**. 2004. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2004.

SALGADO, Cândido Guerreiro. **Comportamento de Regras de Associação e seu Comportamento para Análise de Dados Médicos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade de Brasília, 2002.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Fazenda. **Manual de licitações e contratos de obras públicas**. Disponível em: Acesso em: 15 de abril de 2013.

SANTOS, Rafael. **Conceitos de Mineração de Dados**. Disponível em: <<http://www.lac.inpe.br/~rafael.santos/Docs/WebMedia/2008/mmdm.pdf>>. Acesso em: 10 de ago 2013.

SFERRA, H. H., CORRÊA, Â. M. C. J, “Conceitos e aplicações de *data mining*”. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.1, n. 22, p. 19-34. jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct22art02.pdf>>. Acesso em: 10 set 2013

SHAW, Michael J. et al. Knowledge management and data mining for marketing. **Magazine Decision Support Systems**. Elsevier Science B.V, n.31, p.127–137, 2001. Disponível em: <http://www.rausp.usp.br/busca/artigo.asp?num_artigo=1167>. Acesso em 01 set 2013.

SILVA, S. Carlos Vinícius. **Agentes de mineração e sua Aplicação no Domínio de Auditoria Governamental**. 2011. Tese (Mestrado em Informática), Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2011.

STEVESON, William J. **Estatística aplicada a administração**. Trad. Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 2001.

TAN, Pang-Ning, STEINBACH, Michael, KUMAR, Vipin. **Introdução ao data mining: mineração de dados**. Tradução Acauan P. Fernandes. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

TCU. **FISCOBRAS 2012**:16 ano. Fiscalizações de obras públicas pelo TCU. Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/Cartilha_miolo_internet.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão nº 632/2012**. Plenário. Relator: Ministro-Substituto Augusto Sherman Cavalcanti. Disponível em: <http://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/Acord/20120403/AC_0632_09_12_P.doc>. Acesso em: 10 jul.2013.

_____ **Obras públicas:** recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas 2. ed. Brasília:[s.n.], 2009.

_____ **Portaria SEGECEX nº 33**, de 7 de dezembro de 2012. Aprova a segunda revisão do roteiro de auditoria de obras públicas, declarando-o documento público, revoga suas versões anteriores e dá outras providências. Disponível em: portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2513389.PDF. Acesso em 12 jul.2013.

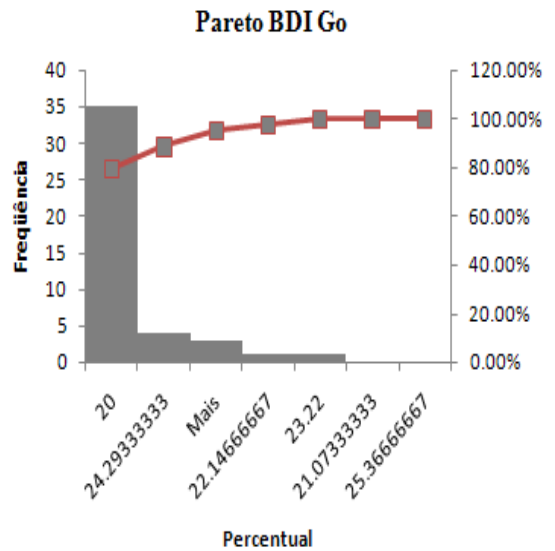
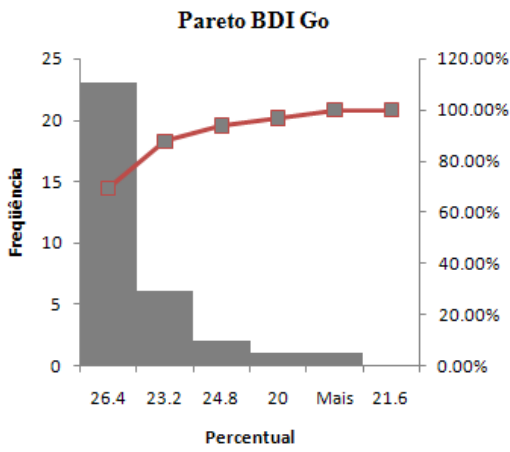
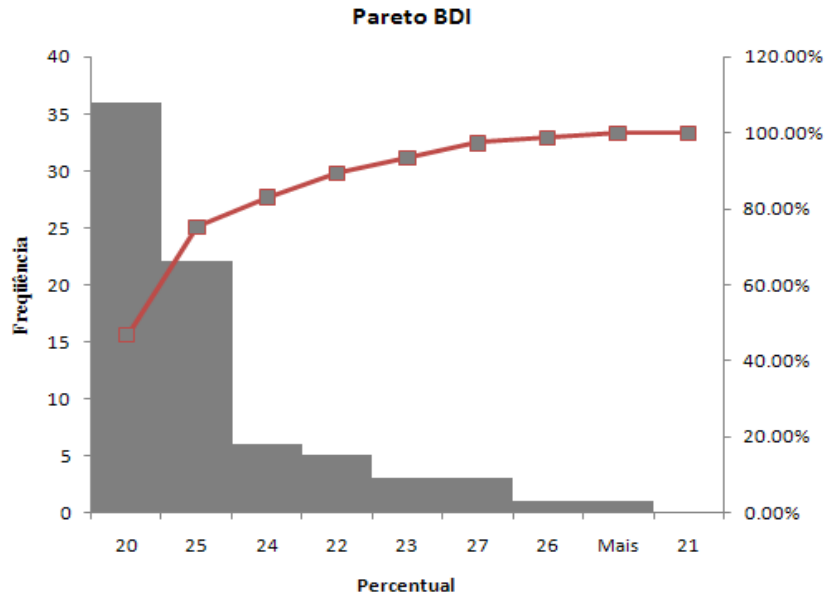
TURBAN, Efraim; SHARDA, Ramesh; DELEN, Dursun. **Decision support and business intelligence systems**. 9th, New Jersey: Prentice Hall: 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso:** planejamento e métodos. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXO I

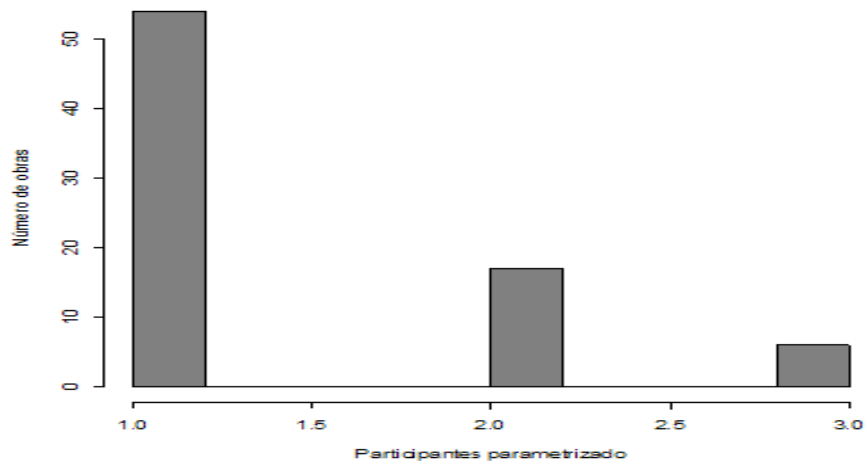
GRÁFICOS DA ETAPA LICITAÇÃO

a) BDI

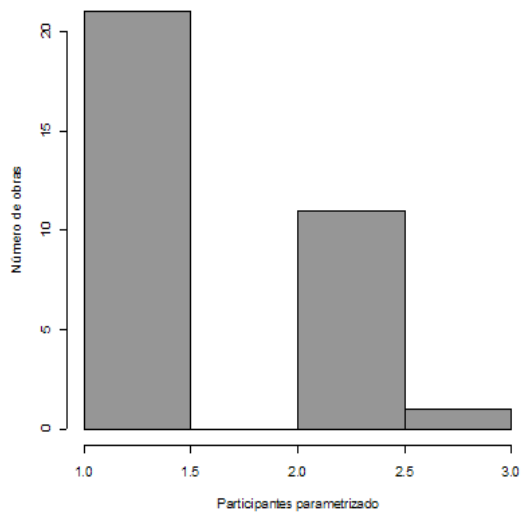


b) Competitividade

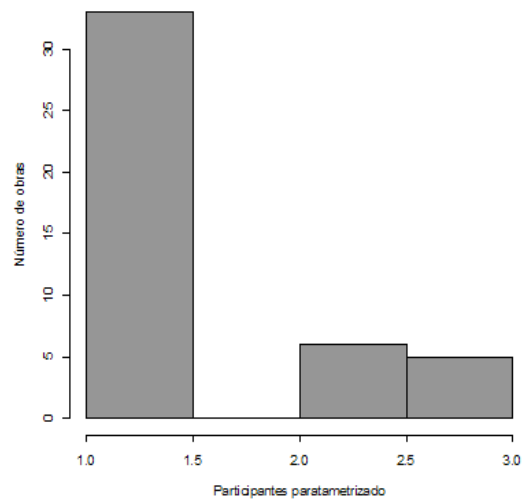
Histograma competitividade



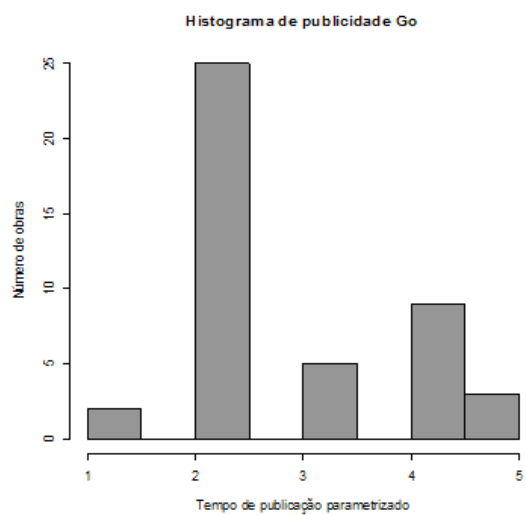
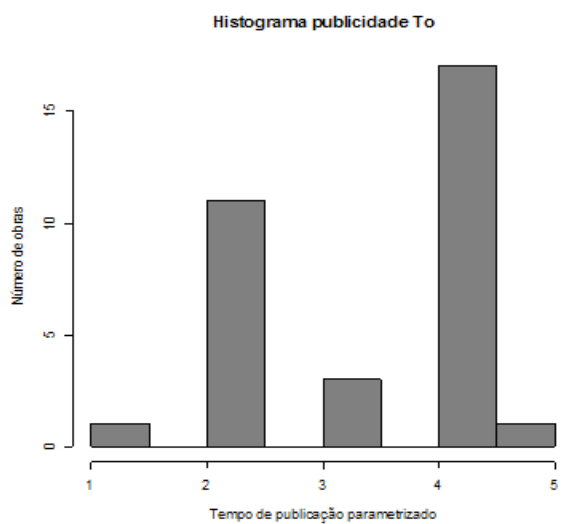
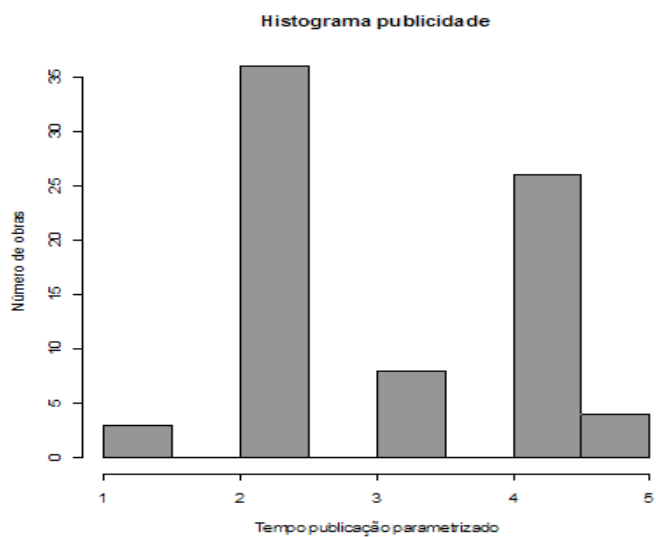
Competitividade To



Competitividade Go



c) Publicidade



ANEXO II
DADOS PARAMETRIZADOS E/OU CODIFICADOS

Atributo/Descrição	Código ou parâmetro
N. obra Nome da obra (identifica cada obra)	1, 2, 3,..., 77.
Loc. obra Local onde o procedimento para execução da obra foi realizado.	C1; C2; C3; C4; C5; C6; C7; C8; C9; C10;R1
UF Unidade Federativa	Go; To
Form. Elab. PB Forma de elaboração do Projeto Básico, se contratado ou elaborado pelo órgão.	Contratado Elaborado pelo próprio órgão
Alteração do projeto básico	Sim Não
Erro do projeto básico Diferença em percentual do Valor de referência (Projeto básico) e o Valor do contrato final	Percentual %
BDI (Bonificações de Despesas Indiretas) O BDI deve cobrir todas as despesas do projeto, incluindo o lucro almejado, impostos, taxas etc. que incidem sobre o custo do empreendimento definindo o custo total. Limite 25%	Percentuais individuais Parametrizados Baixo – 10 a 15 Médio – 15,1 a 20 Alto – 20,1 a 25 Muito alto – Maior que 25
Modalidade de licitação Qual modalidade adotada na licitação.	1 – Pregão; 2 – Convite; 3 – Tomada de preço ; 4 – Concorrência; 6 – Dispensa de licitação; 7 – Inexigibilidade; 8-Não se aplica
Tempo de publicação Intervalo de tempo desde a publicação até a abertura da proposta.	1- 1 a 10- Muito baixo 2- 11 a 20- Baixo 3- 21 a 30- Médio 4- 31 a 40- Alto 5- Acima de 40- Muito alto
Capital social Valor do capital social da empresa vencedora em (Proporção) ao valor de referência.	Mínimo 10% do valor de referência
Projeto executivo Existência e tempo de elaboração do	Prévio Concomitante

projeto executivo	Não Posterior
Empresas habilitadas Número de empresas habilitadas na licitação	Baixo - Até 3 empresas Médio- De 4 a 7 empresas Alto- Acima de 7 empresas
Empresas contratadas Identificação pelo CNPJ da empresa contratada	1 2 3 .. 46
Prazo vigência do contrato inicial Diferença entre a data de assinatura e data do término do contrato (Previsão inicial)	Tempo em dias 21; 30; 44, ...488.
Prazo vigência do contrato final Diferença entre a data de assinatura e término do último termo aditivo (Tempo final)	Tempo em dias 69; 92;29; ...930.
Tempo aditivo contrato Diferença entre as datas de término do contrato e término do último aditivo (Previsão final)	0; 25; 29; ...930.
Tempos parametrizados (dias) Prazo vig. Contrato Tempo de entrega Tempo de aditivo de prazo	0- 1- 1 a 100 2- 101 a 200 3- 201 300 4- 301 a 400 5- 401 a 500 6- 501 a 600 7- Maior que 601
Quantidade de Aditivos Número de aditivos de contrato	0; 1; 2...11
Justificativa de aditivos Motivo de aditivo	1- Sem aditivo 2- Falta de Liberação ou indefinição ou inadequação do local para construção ou reforma ; 3- Não fornecimento de água e /ou energia para execução da obra; 4- Período Chuvoso; 5- Alteração do projeto básico; 6- Problemas financeiros da contratada; 7- Acréscimo de serviços; 8- Problema com mão de obra e

	locação de máquina; 9- Ingerência do fornecedor; 10- Recessos e feriados; 11- Ausência de Licenciamentos (Pref. Companhia energia El, etc); 12- Ausência de projeto básico; 13- Emp. Aguardando projeto executivo; 14- Celtins - desligamento da rede; 15- Tempo de contrato insuficiente; 16- Ausência de justificativa
Valor de referência Valor orçado como teto para licitação	R\$ 18.036,91; R\$19.879,29; R\$20.679,89... R\$3.880.583,46
Val. Cont. Inic. R\$ Valor do contrato inicial	R\$ 17.942,71; R\$ 19.078,29; R\$20.679,89... R\$ 3.327.460,15
Val. Aditivo R\$ Valor dos aditivos contratuais	0,00; R\$ 1.266,70; R\$ 4.340,48; R\$ 829.510,98
Valor do Contrato Final R\$ Soma do valor do contrato inicial mais valor do contrato final.	R\$ 17.942,71; R\$ 19.078,29; R\$ 20.679,89.. R\$ 4.156.971,13
Valores parametrizados a) Valor de referência b) Valor contrato inicial d) Valor contrato final	1 Até R\$ 100.000,00 2 R\$ 100.000,01 a R\$ 200.000,00 3 R\$ 200.000,01 a R\$ 300.000,00 4 R\$ 300.000,01 a R\$ 400.000,00 5 R\$ 400.000,01 a R\$ 500.000,00 6 R\$ 500.000,01 a R\$ 600.000,00 7 R\$ 600.000,01 a R\$ 700.000,00 8 R\$ 700.000,01 a R\$ 800.000,00 9 R\$ 800.000,01 a R\$ 1.000.000,00 10 R\$ 1.000.000,01 a R\$ 3.000.000,00 11 Maior que R\$ 3.000.000,00
Tempo aditivo contrato Diferença entre as datas de término do contrato e término do último aditivo (Previsão final)	Esperado - Até 50% da previsão inicial Tolerável - De 50,01 a 100% da previsão inicial Intolerável - > 100,00%

ANEXO III/LISTA DE EVENTOS

Sigla	Eventos	Sigla	Eventos
E1	{UF Go}	E27	{Tempo de Entrega parametrizado 6}
E2	{UF To}	E28	{Tempo de Entrega parametrizado 7}
E3	{PB elaborado pelo próprio órgão}	E29	{Tempo de Aditivo parametrizado 0}
E4	{PB elab. por terceiros- contratado}	E30	{Tempo de Aditivo parametrizado 1}
E5	{BDI baixo}	E31	{Tempo de Aditivo parametrizado 2}
E6	{BDI médio}	E32	{Tempo de Aditivo parametrizado 3}
E7	{BDI alto}	E33	{Tempo de Aditivo parametrizado 4}
E8	{BDI muito alto}	E34	{Tempo de Aditivo parametrizado 5}
E9	{Tempo de Publicação 1}	E35	{Tempo de Aditivo parametrizado 6}
E10	{Tempo de Publicação 2}	E36	{Tempo de Aditivo parametrizado 7}
E11	{Tempo de Publicação 3}	E37	{Valor do Contrato Inicial 1}
E12	{Tempo de Publicação 4}	E38	{Valor do Contrato Inicial 2}
E13	{Tempo de Publicação 5}	E39	{Valor do Contrato Inicial 3}
E14	{Empresas Habilitadas Alto}	E40	{Valor Aditivo Parametrizado 0}
E15	{Empresas Habilitadas Médio}	E41	{Valor Aditivo Parametrizado 1}
E16	{Empresas Habilitadas Baixo}	E42	{Valor Aditivo Parametrizado 2}
E17	{Prazo Vigência do Contrato 1}	E43	{Valor Aditivo Parametrizado 3}
E18	{Prazo Vigência do Contrato 2}	E44	{Valor Aditivo Parametrizado 4}
E19	{Prazo Vigência do Contrato 3}	E45	{Valor Aditivo Parametrizado 5}
E20	{Prazo Vigência do Contrato 4}	E46	{Valor Aditivo Parametrizado 6}
E21	{Prazo Vigência do Contrato 5}	E47	{Alteração do Projeto Básico Sim}
E22	{Tempo de Entrega parametriz. 1}	E48	{Alteração do Projeto Básico Não}
E23	{Tempo de Entrega parametriz. 2}	E49	{Houve aditivo Sim}
E24	{Tempo de Entrega parametriz. 3}	E50	{Houve aditivo Não}
E25	{Tempo de Entrega parametriz. 4}	E51	{Houve Tempo Não}
E26	{Tempo de Entrega parametriz.5}	E52	{Houve Tempo Sim}