

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**LUIZ CARLOS LANGE**

**MINERAÇÃO DE DADOS EM SISTEMA EFICIENTE DE  
ILUMINAÇÃO PÚBLICA INCLUINDO PARÂMETROS SÓCIO-  
COMPORTAMENTAIS**

**Porto Alegre, Agosto de 2007**

**MINERAÇÃO DE DADOS EM SISTEMA EFICIENTE DE  
ILUMINAÇÃO PÚBLICA INCLUINDO PARÂMETROS SÓCIO-  
COMPORTAMENTAIS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação de Engenharia Elétrica da Pontifícia  
Universidade Católica do Rio Grande do Sul de Porto  
Alegre para obtenção do Título de Mestre**

**Área de Concentração: Tecnologia da Informação  
Orientador: Dr. Rubem Dutra Ribeiro Fagundes**

**PORTO ALEGRE, AGOSTO 2007.**

## **DEDICATÓRIA**

**A minha querida companheira Rejane por caminhar ao meu lado durante todo este tempo, pela sua compreensão e seu estímulo dados nos momentos difíceis.**

**A minha querida prima Maria Nyrma pelo carinho e preocupação durante estes anos.**

**A minha mãe Maria Trindade pelo seu amor.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Ao grande arquiteto do universo, que me conduziu em todos os momentos dando-me oportunidades, ensinando-me a aproveitá-las.**

**Ao meu orientador, o professor Rubem, pelos momentos de grande dedicação no direcionamento dos meus estudos e nas revisões parciais deste trabalho, pela sua amizade, seu apoio e sua orientação.**

**As funcionárias, Debi Colognese, Maria Helena Almeida e Edelvira Petri, do Programa de Pós-graduação de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelo valioso apoio burocrático.**

**Aos meus amigos Liur Jorge Cusinato, Honores Mambrini, Peron Sales da Costa e Marco Antônio Steigleder, pelo grande apoio, incentivo e amizade.**

**À Universidade do Vale do Rio dos Sinos que me concedeu licença para desenvolvimento de atividades acadêmicas na Universidade de Tecnologia e Ciência, em formação, em Luanda – Angola.**

**À Secretaria Municipal dos Serviços Urbanos, à Divisão de Iluminação Pública de Gravataí e a todos os colegas de trabalho.**

**“Não há verdadeira criação sem trabalho perseverante”  
( Johannes Brahms )**

## SUMÁRIO

Resumo.....	18
Abstract.....	19
<b>Capítulo 1 - Objetivo</b>	
1.0 Introdução.....	20
1.1 Histórico do Sistema de Iluminação.....	20
1.2 – Eficiência Energética no Sistema de Iluminação.....	21
1.3 Mineração de Dados x Eficiência Energética.....	23
1.4 Justificativa.....	25
1.5 Objetivos.....	27
1.5.1 Objetivo principal.....	27
1.5.2 Objetivo específico.....	28
<b>Capítulo 2</b>	
<b>2- Fundamentação Teórica</b>	
2.1 Eficiência Energética e Conservação do Meio Ambiente.....	29
2.1.1 Cidades Europeias Sustentáveis.....	30
2.1.2 Eficientização na Comunidade Européia.....	31
2.1.3 Substituições de lâmpadas ineficientes.....	32
2.1.3.1 Substituições de lâmpadas na Comunidade Européia.....	32
2.1.3.2 Substituições de lâmpadas em outros países.....	33
2.1.3.3 Poluição gerada pelo Sistema de Iluminação Pública.....	33
2.2 Sistema de Iluminação Pública Brasileiro.....	34
2.2.1 Projeto Eficiente de Iluminação Pública.....	37
2.2.1.1 Análise Técnica.....	37
2.2.1.2 Estudo da alternativa a ser implantada.....	37
2.2.2 Sistema de Iluminação Eficiente.....	39
2.2.2.1 Tecnologia das lâmpadas.....	39
2.2.2.2 Escolha da Lâmpada.....	39
2.2.2.3 Escolha da Lâmpada para os destaques.....	40
2.2.2.4 Escolha do Relé fotoelétrico.....	41
2.2.2.5 Escolha do Reator.....	41
2.2.2.6 Escolha da Luminária.....	41
2.2.2.7 Conectores .....	43
2.2.2.8 Vida útil dos equipamentos.....	43
2.2.2.9 Redução do período de Ponta.....	43

<b>2.3 Programa de Iluminação Pública na Comunidade Européia.....</b>	<b>45</b>
2.3.1 Instalação de luminárias decorativas eficientes nos locais históricos.....	45
2.3.2 Outros programas de eficiência energética da Comunidade Européia.....	45
2.3.3 Sistema de Iluminação dos Estados Unidos da América.....	46
<b>2.4 Novas Tecnologias de iluminação pública.....</b>	<b>46</b>
2.4.1-Lâmpada com tecnologia de indução magnética.....	47
2.4.2- Lâmpada de Enxofre.....	47
2.4.3- LEDES- Diodos Emissores de Luz.....	47
2.4.3.1 LEDs na iluminação pública.....	48
<b>2.5 Nível de iluminância média .....</b>	<b>49</b>
<b>2.6 Classificação da vias públicas.....</b>	<b>49</b>
<b>2.7 Custeio da Iluminação Pública – CIP.....</b>	<b>50</b>
<b>2.8 Iluminação Pública e as Ferramentas e Métodos para a Descoberta do</b>	
<b>Conhecimento .....</b>	<b>50</b>
2.8.1 Descoberta do conhecimento.....	50
2.8.2 Definição de mineração de dados.....	52
2.8.3 Tarefas da Mineração de Dados.....	54
2.8.3.1 Agrupamento por afinidade.....	54
2.8.3.2 Algoritmo Apriori.....	56
2.8.3.3 Classificação.....	57
2.8.3.4 Árvore de decisão.....	57
2.8.3.4.1 Cálculo da Entropia e do ganho.....	57
2.8.3.4.2 Determinação do Ganho.....	58
2.8.3.5 Clusters.....	59
2.8.3.6 Regra Indutiva.....	61
2.8.3.7 Estimativa (Regressão).....	62
2.8.3.8 Sumarização.....	62
2.8.3.9 Síntese das principais tarefas da Mineração de Dados.....	63
2.8.3.10 Técnicas da Mineração de Dados.....	63
2.8.3.11 Redes Bayesiana.....	64
2.8.3.12 Modelo de Processo CRISP-DM.....	67
2.8.3.13 Data Warehouse.....	69

## Capítulo 3

### 3- Aspectos e parâmetros Sócios econômicos

3.0 Influência da iluminação pública na diminuição de acidentes.....	73
3.1 Fatores inseridos no ambiente.....	74
3.1.1 Efeito da arborização no entorno dos logradouros.....	74
3.2 Roubos de Veículos no Brasil.....	74
3.3 Segurança Pública.....	75
3.3.1 Segurança nos centros urbanos.....	75
3.3.2 Comércio de rede elétrica e de equipamentos de Iluminação Pública.....	76
3.3.3 Crime e a violência em projetos urbanos.....	76
3.3.4 Parcerias com a participação comunitária.....	77
3.3.5 Prevenção do crime através de mapeamento.....	77
3.3.6 Sistema de avaliação e controle da criminalidade em ambiente urbano.....	78
3.3.6.1 Atuação do Sistema de Mapeamento no Município.....	79
3.3.7 Estatísticas dados sobre violência.....	80
3.3.8 Estudo nos Estados e Municípios.....	81
3.4 As Drogas na escola.....	82
3.5 A área geográfica dos profissionais do sexo.....	84
3.6 A indústria da Segurança.....	84
3.7 Condomínios Fechados.....	85
3.8 Prevenção da Criminalidade na União Européia.....	85

## Capítulo 4

### 4-Modelos de eficiência energética

4.0 Sistema de gestão na iluminação pública.....	87
4.1 Gestão Energética Municipal.....	87
4.2 Importância do Banco de Dados.....	88
4.3 Modelo de Dados.....	89
4.4 Estrutura de Banco de Dados.....	89
4.5 Modelo de Entidade e Relacionamento.....	89
4.6 Tipo de entidades, conjuntos de valores – atributo chave.....	90
4.7 Definição de modelo de dado relacional.....	90

4.8 Compartilhamento dos dados.....	91
4.9 Normalização de base de dados relacionais.....	92
4.10 O número de pontos da base de dados.....	92
4.11 Cadastramento da solicitação do contribuinte.....	93
4.12 Estatísticas do SGBD.....	93
4.13-A programação e execução das solicitações.....	94
4.14 Sistema de apóio a Decisão.....	94
4.15 Iluminação eficiente em outros países.....	95
4.15.1 Iluminação Eficiente nos EUA.....	95
4.15.2 Iluminação Eficiente na Comunidade Européia.....	96

## Capítulo 5

### 5- Mineração de dados em Sistema Eficiente de Iluminação Pública com a inclusão de Parâmetros Socioeconômicos

5.1 Base de Dados do Sistema de Iluminação Pública.....	100
5.2 Base de dados do contribuinte.....	100
5.3 Base de dados da polícia .....	101
5.4 Base de dados do IBGE .....	102
5.5 Preparação de dados.....	102
5.5.1 Seleção dos dados.....	102
5.5.2 Pré-Processamento.....	102
5.5.3 Limpeza dos dados.....	103
5.5.4 Transformação.....	104
5.6 Geração da Base de Dados de Gestão Eficiente de IP (BDGEIP).....	104
5.7 Aplicação de algoritmos de mineração de dados .....	104
5.8 Geração de padrões de comportamento.....	104
5.9 Análise de consistência e escolha das informações .....	105

## Capítulo 6

### 6- Metodologia

6.1 Preparação de dados e para a mineração.....	107
6.2 Metodologia de levantamento e construção da BDGEIP .....	109
6.2.1 Estimativa das cargas instaladas em 2000 e 2005 .....	109
6.2.2 Situação sócio-comportamental da comunidade por regiões em 2000.....	109
6.3 Metodologia para a mineração de dados.....	113
6.3.1 Algoritmo Apriori para geração de regras.....	114

6.3.2 Algoritmos de árvore de decisão.....	114
--	-----

## Capítulo 7

### 7.0 Resultados

7.1 Aplicação de testes para análise.....	116
7.1.1 Geração de regras de associação a partir do algoritmo Apriori .....	116
7.1.2 Geração de árvores de decisão com base nas regras .....	118
7.1.2.1 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro inibe.....	119
7.1.2.2 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol_assalto.....	122
7.1.2.3 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol_drogas.....	124
7.1.2.4 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol_estupros.....	126
7.1.2.5 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol_roubo_carro.....	127
7.1.3 Ações de gestão adotadas.....	128
7.1.4 Geração das regras de associação algoritmo Apriori em 2005.....	129
7.2 Análise comparativa 2000 e 2005.....	130
7.2.1 Análise quanto a eficiência energética com respeito a carga.....	130
7.2.2 Análise da situação sócio comportamental em 2000 e 2005 .....	131

## Capítulo 8

### 8- Conclusões

8.0 Considerações finais e sugestões.....	134
8.1 Considerações finais.....	134
8.2 Sugestões.....	135
Referências Bibliográficas.....	137
Anexo A – Grandezas e Fundamentos de Eletricidade .....	146
A.1 Carga de Ponta.....	146
A.2 Carga Instalada.....	146
A.3 Carga demandada.....	146
A.4 Consumo de energia elétrica.....	146
A.5 Conservação de Energia.....	146
A.6 Fator de Carga.....	146
A.7 Horário de ponta.....	146
Anexo B – Tópicos e fundamentos da iluminação.....	147
B.1 – Visão humana.....	147
B.2 Campo visual do ser humano.....	147
B.3 – Fluxo luminoso (lâmpada).....	148

<b>B.4 – Eficiência luminosa.....</b>	<b>148</b>
<b>B.4.1 Eficiência luminosa de um grupo de lâmpadas.....</b>	<b>149</b>
<b>B. 4 Luminância (L).....</b>	<b>149</b>
<b>B.5 Índice de Reprodução de Cores (IRC).....</b>	<b>150</b>
<b>B.7 Temperatura de Cor (Kelvin).....</b>	<b>150</b>
<b>B.8 Percepção visual (acuidade).....</b>	<b>151</b>
<b>B.9 Duração das lâmpadas mais usadas na iluminação pública.....</b>	<b>151</b>
<b>B.10 Lâmpada de Indução.....</b>	<b>151</b>
<b>B.11 Lâmpada de Enxofre.....</b>	<b>152</b>
<b>B.12Leds.....</b>	<b>152</b>

#### **Anexo C Tópicos e fundamentos de Informática**

<b>C.1 Meta Dados.....</b>	<b>154</b>
<b>C.2 On-line Analytical Processing (OLAP).....</b>	<b>154</b>
<b>C.3 GPS.....</b>	<b>154</b>
<b>C.4 Algoritmo ID3 (aplicado a árvore de decisão).....</b>	<b>156</b>
<b>C.5 Ferramentas para tratamento dos problemas de associação.....</b>	<b>158</b>
<b>C.5.1 Software Weka.....</b>	<b>158</b>
<b>C.5.1.1-Construção do conjunto de dados.....</b>	<b>159</b>
<b>C.5.1.2-Trabalhar no ambiente do Software Weka.....</b>	<b>159</b>
<b>C.5.2 Ferramentas comerciais.....</b>	<b>161</b>

#### **Anexo D Dados Socioeconômicos**

<b>D.1 Dados Regionais da Cidade de Gravataí.....</b>	<b>162</b>
<b>D.2 Localização geográfica das regiões em Gravataí.....</b>	<b>164</b>
<b>D.3 Critério de Classificação Econômica do Brasil.....</b>	<b>164</b>
<b>D.3.1 Estratificação social nas grandes capitais brasileiras.....</b>	<b>165</b>
<b>D.3.2 Renda familiar das classes sociais.....</b>	<b>166</b>
<b>D.3.3 Procedimentos utilizados para a estratificação social.....</b>	<b>166</b>

#### **ANEXO E – Certificações**

<b>E.1 – INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia.....</b>	<b>168</b>
<b>E.2 – CERTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA.....</b>	<b>168</b>
<b>E.3 PROCEL.....</b>	<b>168</b>
<b>E.4 INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC).....</b>	<b>168</b>
<b>E.5 ABNT.....</b>	<b>169</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de Lâmpadas no Brasil.....	35
Tabela 2 – Dados do projeto de iluminação eficiente (Reluz).....	38
Tabela 3 - Alternativas para substituição de lâmpadas.....	40
Tabela 4 – Vida útil dos equipamentos.....	43
Tabela 5 - Pontos instalados e a redução de demanda do projeto Reluz.....	44
Tabela 6 – Distribuição de lâmpadas nos EUA.....	46
Tabela 7 - Nível de luminância para um lado da via.....	49
Tabela 8 - Especificação de um registro de dados.....	55
Tabela 9-Tarefas realizadas por MD.....	63
Tabela 10- Aplicação das técnicas de MD.....	63
Tabela 11- Roubo de veículos em 2001.....	74
Tabela 12 - Ocorrência registradas pelas policias civis.....	81
Tabela 13 - Drogas na escola.....	83
Tabela 14- Estados com as maiores ocorrências no Brasil.....	84
Tabela 15- Implantação de Programas de Eficientes USA .....	96
Tabela 16- Programas de Eficientização Europa.....	97
Tabela 17 Parque de iluminação de Gravataí ano 2000.....	109
Tabela 18 Parque de iluminação de Gravataí ano 2005.....	109
Tabela-19 Solicitações dos contribuintes em março de 2000.....	110
Tabela-20 Solicitações dos contribuintes em março de 2005.....	112
Tabela 21 comparação entre os algoritmos ID3 x J48.....	115
Tabela 22 Temperatura das lâmpadas em Kelvin.....	150
Tabela 23 Tempo de vida das lâmpadas .....	151
Tabela 24 Bairros da Cidade de Gravataí.....	162
Tabela 25 Classes sociais.....	165
Tabela 26 Estratificação social das capitais.....	165
Tabela 27 Renda Familiar por classes.....	166
Tabela 28 Grau de instrução.....	166
Tabela 29 Sistema de pontos para bens.....	167

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aprovação do projeto Reluz.....	36
Figura 2 – Sistema de Iluminação Pública Eficiente.....	39
Figura 3 – Gerenciamento da curva de carga.....	44
Figura 4 -Tipos de Mineração de Dados.....	51
Figura 5– A descoberta do conhecimento.....	53
Figura 6 Tarefas para a Mineração de Dados.....	54
Figura7 - Conjunto de transações três itens – Espaço de procura IP.....	57
Figura 8- clusters de comportamento.....	61
Figura 9- Estrutura de uma rede Bayesiana .....	65
Figura 10– Estrutura Bayesiana qualitativa.....	66
Figura 11 – Metodologia Crisp-DM.....	68
Figura 12- Modelagem dimensional star shema .....	71
Figura 13 Mapa da violência dados programa terra crime.....	80
Figura 14 Entidade e Relacionamento – áreas de lazer.....	90
Figura 15 Integração de informação para inventário IP.....	93
Figura 16 ilustra a proposta do trabalho.....	99
Figura 17 entidade e relacionamento – contribuinte.....	101
Figura 18 Integração de informações incluindo MD.....	106
Figura 19-Plataforma WEKA.....	108
Figura B.1 – Sensibilidade do olho ao espectro luminoso.....	147
Figura B.2 – Campo visual.....	147
Figura B.3 - Emissão espectral de lâmpadas para iluminação pública.....	149
Figura B.4.1 – Eficiência luminosa de um grupo de lâmpadas.....	149
Figura B.5 - Temperatura de cor (K).....	150
Figura B.10 – Lâmpada de Indução.....	151
Figura B.11.1 Lâmpada de Enxofre ligação elétrica.....	152
Figura B.11.2 Lâmpada de Enxofre vista lateral.....	152
Figura B.12.1 Módulo de Leds.....	153
Figura B.12.2 Iluminação de passeio.....	153
Figura B.12.3 Esplanada Riva – Croácia 180 LED cada luminária.....	153
Figura C.1 –Descrição do modelo de dados.....	154
Figura C.5.1 – Tela de apresentação do software Weka.....	160

<b>Figura C.5.2 –Tela Weka classifier j48.....</b>	<b>160</b>
<b>Figura C.5.3 Weka –obtenção árvore decisão.....</b>	<b>161</b>
<b>Figura D.1.1 Localização Geográfica da Cidade de Gravataí.....</b>	<b>164</b>

### **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1 Distribuição de lâmpadas instaladas no Brasil, 2005 .....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 2- Evolução da Redução da Demanda Sistema de iluminação .....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 3 - Ocorrências policiais Estados e Municípios.....</b>	<b>81</b>
<b>Gráfico 4 – Densidade de ocorrências: 2004-2005.....</b>	<b>82</b>
<b>Gráfico 5 - Ocorrências com maior registro.....</b>	<b>82</b>

### **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1 - Indicador de maior preocupação do contribuinte antes .....</b>	<b>111</b>
<b>Quadro 2- Indicador de maior preocupação do contribuinte depois.....</b>	<b>113</b>
<b>Quadro 3- Ocorrências policiais em março 2000.....</b>	<b>131</b>
<b>Quadro 4- Ocorrências policiais em março de 2005.....</b>	<b>132</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABILUZ</b>	<b>Associação Brasileira da Fabricação da Iluminação</b>
<b>ANEEL</b>	<b>Agência Nacional de Energia Elétrica</b>
<b>ABNT</b>	<b>Associação Brasileira de Normas Técnicas</b>
<b>ARFF</b>	<b>Attribute-Relation File Format (extensão arquivo Weka)</b>
<b>AT</b>	<b>Alta Tensão</b>
<b>AD</b>	<b>Árvore de Decisão</b>
<b>BT</b>	<b>Baixa tensão</b>
<b>B</b>	<b>Classe Baixa</b>
<b>CIP</b>	<b>Custeio da Iluminação pública</b>
<b>cd</b>	<b>Candela (intensidade luminosa <math>-I=\Phi/\omega</math>)</b>
<b>CC</b>	<b>Caminho de Casa</b>
<b>C</b>	<b>Contribuinte</b>
<b>CET</b>	<b>Companhia de Engenharia de Tráfego (SP)</b>
<b>CRISP-DM</b>	<b>Cross Industry Standard Process for Data Mining</b>
<b>CAD</b>	<b>Computer Aided Design – Projeto Auxiliado por Computador</b>
<b>CEEE</b>	<b>Companhia Estadual de Energia Elétrica</b>
<b>DIP</b>	<b>Divisão de Iluminação Pública</b>
<b>DW</b>	<b>Data Warehouse</b>
<b>DM</b>	<b>Data Mining</b>
<b>DDL</b>	<b>Data Definition Language</b>
<b>ER</b>	<b>Entidade Relacionamento</b>
<b>GPS</b>	<b>Global Positioning System</b>
<b>GW</b>	<b>Gigawatt</b>
<b>HTTP</b>	<b>Hyper Text Transport Protocol</b>
<b>IBGE</b>	<b>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</b>
<b>IBAM</b>	<b>Instituto Brasileiro de Administração Municipal</b>
<b>IP</b>	<b>Iluminação Pública</b>
<b>IR</b>	<b>Indução de Regras</b>
<b>IBM</b>	<b>International Business Machine Corporation</b>
<b>IRC</b>	<b>Índice de Reprodução de Cores</b>
<b>IA</b>	<b>Inibe assalto</b>
<b>ID</b>	<b>Inibe drogas</b>

<b>IE</b>	<b>Inibe estupro</b>
<b>KDD</b>	<b>Knowledge Discovery in Data Base (Descoberta de Conhecimento em banco de dados)</b>
<b>K</b>	<b>Temperatura em graus Kelvin</b>
<b>kW</b>	<b>quilowatt</b>
<b>lm</b>	<b>lúmen (iluminância <math>E=\Phi/m^2</math>)</b>
<b>L</b>	<b>Lâmpada</b>
<b>LED</b>	<b>Light Emission Diode</b>
<b>Lux</b>	<b>Iluminância (<math>E=\Phi/A</math>)</b>
<b>MER</b>	<b>Modelo de Entidade e Relacionamento</b>
<b>MDB</b>	<b>Multidimensional Data Base</b>
<b>MW</b>	<b>Megawatt</b>
<b>MA</b>	<b>Classe Média Alta</b>
<b>MB</b>	<b>Classe Média Baixa</b>
<b>m</b>	<b>metro</b>
<b>NBR</b>	<b>Norma Brasileira Registrada</b>
<b>OLAP</b>	<b>On-line Analytical Processing</b>
<b>OMS</b>	<b>Organização Mundial da Saúde</b>
<b>PROCEL</b>	<b>Programa de Conservação de Energia</b>
<b>PC</b>	<b>Problema da Clusterização</b>
<b>PCA</b>	<b>Problema da Clusterização Automática</b>
<b>Po</b>	<b>Parada de ônibus</b>
<b>Pe</b>	<b>Próximo da Escola</b>
<b>RNA</b>	<b>Redes Neurais Artificiais</b>
<b>RGE</b>	<b>Rio Grande Energia</b>
<b>R\$</b>	<b>Real</b>
<b>RELUZ</b>	<b>Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente</b>
<b>SGBDs</b>	<b>Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados</b>
<b>SQL</b>	<b>Strutured Query Language (Linguagem estruturada de consultas)</b>
<b>SAD</b>	<b>Sistema de apoio à decisão</b>
<b>SI</b>	<b>Sistema de Informação</b>
<b>TI</b>	<b>Tecnologia de Informação</b>
<b>UNESCO</b>	<b>United National Educational, Scientific and Cultural Organization</b>

<b>v</b>	<b>volt</b>
<b>VM</b>	<b>vapor de mercúrio</b>
<b>VS</b>	<b>vapor de sódio</b>
<b>VMet</b>	<b>vapor multimetálico</b>
<b>WWW</b>	<b>World Web Wide</b>
<b>W</b>	<b>watt</b>
<b>Weka</b>	<b>Waikato Environment for Knowledge Analysis (Ambiente Waikato para Análise de conhecimento)</b>

## **RESUMO**

**O presente trabalho propõe um modelo de Sistema de Iluminação Pública Eficiente baseado no Programa Reluz do sistema de iluminação pública brasileiro. Os meios apresentados pelo programa utilizam novas tecnologias de acordo com as normas da ABNT, que têm por objetivo aumentar a eficiência luminosa com a menor potência instalada.**

**Ressalta-se a importância do programa de gestão no sistema de iluminação pública com o cadastramento detalhado dos pontos existentes no parque de iluminação, potência das lâmpadas instaladas, o tipo de luminárias em seus logradouros e, através de um banco de dados, o armazenamento destas informações visando uma análise técnica e econômica.**

**São apresentadas considerações sobre a necessidade de inclusão de dados sócio-comportamental a partir de informações do IBGE, ressaltando-se a importância da iluminação pública como um grande fator preventivo de acidentes nas vias urbanas, bem como inibidor de ações por parte do comércio ilícito, da criminalidade e da prostituição, em horários noturnos.**

**Com o diretório organizado com três bases de dados distintos, apresenta-se um estudo da técnica de Mineração de Dados no sistema Eficiente de Iluminação Pública, utilizando-se as informações dos algoritmos para a descoberta de novos padrões. A busca de novos padrões e relacionamento entre diferentes variáveis da aplicação técnica da mineração de dados é um dos propósitos deste estudo, viabilizando a descoberta do conhecimento em uma base de dados através do desenvolvimento e implementação de algoritmos específicos, que sirvam de suporte à tomada de decisão no processo de identificação, do diagnóstico e do perfil de uma comunidade.**

**Ao final, um novo modelo de gestão de Iluminação Pública, agora baseado no conhecimento adquirido pela mineração, foi empregado, com resultados práticos que mostram efetiva eficiência pela redução de consumo e significativa melhora nos índices sócio-comportamentais, tais como, redução de violência urbana e maior grau de satisfação da comunidade.**

## **ABSTRACT**

**The present paper proposes a model of Efficient Public Lighting System based on the Reluz Program of the Brazilian public lighting system. The program uses new technologies according to the ABNT regulation with the objective of increasing lighting efficiency with less power installation.**

**The importance of this program is on the management of public lighting system with detailed records of existing points in the illumination area, power of installed street lamps and their fittings, which through a database offers information aiming at a technical and economical analysis.**

**It presents considerations on the necessity of including social-behavioral information from IBGE, pointing out the importance of public illumination as a great accident prevention factor in the streets as well as an inhibitor to night illicit trade, crime, and prostitution.**

**With a directory organized in three separate databases, it presents a study of the Data Mining technique in the Efficient Public Lighting System, using algorithm information for the finding of new patterns. The search for new patterns and relationship among the different variables of the data mining technical application is one of the purposes of the present study thus offering database knowledge through the development and implementation of specific algorithms that can support a decision-taking process when identifying, diagnosing and profiling a community.**

**At the end, a new model of Public Illumination management, based on the knowledge gained on mining, was used with practical results that show effectiveness through power consumption reduction, meaningful improvement of the social-behavioral indexes like urban violence reduction and better community satisfaction.**

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Histórico do Sistema de Iluminação

As cidades no Brasil, de um modo geral, passaram a contar com o sistema de iluminação pública através de candeeiros (lâmpadas) que até o século XVIII eram instalados principalmente nas esquinas das ruas de áreas centrais ou em fachadas de prédios públicos [1].

Nesta época, o sistema de iluminação era acionado com maior incidência nos dias de festas nos municípios, dado que as pessoas se recolhiam para suas residências ao entardecer e somente saíam à noite em casos extremos, como por exemplo, à procura de assistência médica. Estes lâmpadas funcionavam basicamente com óleo de peixe e foram substituídos por outros a querosene a partir da segunda metade do século XVIII.

No final do século XVIII teve início o fornecimento de energia elétrica em estabelecimentos comerciais e em algumas residências mais centralizadas dos municípios e, conseqüentemente, a iluminação pública foi sendo substituída por tecnologia elétrica, utilizando uma posteação decorativa elaborada em ferro fundido denominada de combustores, que passaram a ser instalados nas principais capitais brasileiras.

O grande salto em termos de iluminação teve suas raízes no ano de 1789, com o invento da primeira lâmpada elétrica prática do mundo, pelo cientista Thomas Alva Edison, culminando com a primeira instalação prática na Europa, no Viaduto Holbourn, em Londres [2]. No Brasil em 1881, na Cidade do Rio de Janeiro, fazendo o uso de dínamos acionados por locomóveis, foi instalada a primeira iluminação pública num trecho do Jardim do Campo da Aclamação, atual Praça da República. Em 1887 houve dois empreendimentos de iluminação pública nas Cidades do Rio de Janeiro e Porto Alegre. No Rio de Janeiro, a Companhia de Força e Luz foi criada para fornecer iluminação elétrica a alguns pontos do centro, com energia gerada numa pequena central termelétrica localizada em um prédio do Largo de São Francisco. Na capital gaúcha teve início um serviço permanente de fornecimento de luz a consumidores particulares, com energia proveniente de uma termelétrica de 160kw da Companhia Fiat Luz [10].

O sistema de iluminação era gerenciado por companhias de geração de eletricidade que se responsabilizavam pela manutenção e expansão do sistema.

A partir da segunda guerra mundial, novas tecnologias, tais como a lâmpada de vapor de mercúrio em 1931 e, posteriormente, a lâmpada fluorescente em 1938, passaram a ser empregadas na iluminação pública [3].

O grande desenvolvimento energético alcançado no Brasil nas décadas de 70 e 80 deve-se à participação da Eletrobrás, que desde sua criação em 1961 absorveu várias atribuições no setor elétrico relacionado com a captação de recursos próprios ou repasses de empréstimos estrangeiros, com o objetivo de influenciar as demandas através de conservação ou racionalização do consumo [4].

Para o sistema de iluminação pública, o grande fator tecnológico foi a criação, em 1962, da lâmpada de vapor de sódio de alta pressão e que ainda hoje é instalada em rodovias, estradas, ruas e túneis [6].

## 1.2 – Eficiência Energética no Sistema de Iluminação

O Programa de Conservação de Energia - PROCEL vinculado ao Ministério de Minas e Energia, criado em 1985, executado pela Eletrobrás, tem por objetivo principal o combate ao desperdício de energia elétrica e estimula o uso eficiente e racional de energia elétrica [5].

Na década de 90 novas opções na racionalização do uso, na conservação de energia e novas fontes alternativas de energia, como a eólica e a solar, começam a ser implantadas no cenário elétrico, como fontes alternativas de energia.

A criação da ANEEL em 1996 teve como objetivo regulamentar, fiscalizar e implantar as políticas e diretrizes do governo federal no tocante a matriz energética [6].

Com a crise de energia elétrica no final da década de 90 os Estados passaram a adotar políticas no sentido de diminuir as demandas no horário de ponta, utilizando novas tecnologias.

Na iluminação pública o processo de efficientização pretende reduzir a demanda no horário de ponta, reduzir as perdas de energia nos circuitos secundários e implantar no sistema de iluminação lâmpadas com tecnologia mais eficiente. Tais medidas visam o aumento da intensidade luminosa com redução de consumo e, conseqüentemente, diminuição da despesa com energia elétrica e

redução do serviço de manutenção, através da implantação de novos modelos de gestão municipal.

O Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente “Reluz” tem por objetivo promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública, bem como a valorização noturna dos espaços públicos urbanos. Para assegurar esses requisitos, novas tecnologias, mais eficientes deverão ser utilizadas, observados os princípios de conservação de energia e as normas técnicas específicas vigentes, além dos critérios e procedimentos técnicos e econômicos estabelecidos pelo Reluz. Para atingir este objetivo e as metas físicas, o Programa Reluz substituirá 9,5 milhões de pontos de iluminação e proporcionará a expansão de mais de 3 milhões de novos pontos de iluminação pública até 2010 [7].

As estatísticas vêm mostrando a importância da iluminação pública nas vias urbanas para a redução de acidentes. A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET) constatou que 40% dos acidentes graves ocorridos na cidade aconteceram à noite, apesar dessas viagens diárias representarem apenas 20% do total. Isto significa que o risco de acidente à noite é 3,2 vezes maior. Pesquisas realizadas na Inglaterra, em locais que sofreram adoção de melhoramentos da iluminação, mostraram uma redução de 47% nos acidentes noturnos envolvendo pedestres e de 20% nos outros tipos de acidentes. Houve também 46% de redução nos acidentes fatais e 27% dos acidentes graves [8].

Outro fator de importância da iluminação pública diz respeito à segurança pública, pois os recursos nesta área, para a prevenção à violência são investimentos constantes dos governos. Estes programas são compostos por diagnósticos que consideram vários fatores tais como: área geográfica, problemas da região, principais crimes e ocorrências policiais, características sociais e econômicas. Não é difícil compreender porque, simultaneamente, empresas privadas e governos federal, estadual e municipal começaram a intervir de forma intensa na segurança pública. A criminalidade cresceu rapidamente em todo o país a partir dos anos 80, em especial os homicídios, cuja taxa passou de 11 para 27 ocorrências por 100 mil habitantes, entre 1980 e 2000[8]. Houve um crescimento da sensação de insegurança, que colocou o crime entre as principais preocupações da população, ao lado do desemprego. Outra pesquisa realizada em agosto de 2003 constatou que 27% dos entrevistados entendem que a Prefeitura Municipal é a responsável pela segurança, estando esta última diretamente relacionada com a iluminação pública, sendo imprescindível manter-se a manutenção do sistema de iluminação [9]. Neste estudo

foram examinados 39 municípios da Região da grande São Paulo, sendo que as ocorrências policiais mais frequentes são furtos, roubos de veículos, homicídios, estupro, tentativas de homicídios, tráfico de entorpecentes e lesões corporais [9].

O Programa de Iluminação da Cidade de Sorocaba, no Estado de São Paulo, está ligado à área social, uma vez que a iluminação pública exerce influência nas questões da segurança da cidade. Dados da Secretaria de Segurança Pública indicam que a iluminação pública é responsável pela redução de até 25% nos índices de criminalidade, o que por si só já justifica os investimentos que estão sendo realizados na cidade [12].

No tocante a conservação de energia, um bom exemplo é o horário de verão que visa aproveitar o período de maior luminosidade natural disponível nessa época do ano para quem vive em latitudes altas, isto é, longe do Equador. Estudos realizados na Inglaterra e Estados Unidos apontam três benefícios do horário de verão: economia de energia, redução de acidentes nos horários de pico do trânsito (que durante esse período possuem mais iluminação natural) e redução de assaltos e crimes [11].

O consumo de energia elétrica destinado à iluminação está em torno de 17%, no Brasil. [18]. A iluminação pública representa um percentual de 3,5% do total de energia elétrica. O parque do sistema de iluminação pública no Brasil é de 13 milhões de pontos cadastrados, isto representa uma carga considerável de demanda no horário de ponta do sistema elétrico.

Com respeito à tecnologia, é preciso considerar que sistemas de iluminação eficiente são encontrados nas grandes capitais e que na utilização foi se intensificando a partir do Programa Reluz, lançado em junho de 2000, e prorrogado até 2010, cuja preocupação principal é redução da potência instalada com a utilização de equipamentos eficientes. Esta modernização do sistema de iluminação permitirá também a melhoria na qualidade do serviço, ganhos com a redução do consumo, permitindo que se consigam os mesmos níveis de iluminação utilizando lâmpada de menor potência.

### 1.3 Mineração de Dados x Eficiência Energética

Os programas de eficiência energética implantados pela Eletrobrás, que fornecem alternativas para a substituição de lâmpadas incandescentes, vapor de mercúrio e lâmpadas mistas por lâmpadas de vapor de sódio, são acompanhados

por modelos de gestão de iluminação pública, com cadastramento dos pontos existentes em cada município. O cadastramento dos pontos existentes fornecerá o potencial técnico e econômico, pois apontará a potência instalada, o consumo ano, a conta de energia elétrica a ser paga à concessionária e a vida útil dos equipamentos (lâmpada, reator, luminária, relé, conexões e fios). Também fornecerá dados estatísticos de locais a serem atendidos por iluminação pública, a análise energética e o ciclo de vida da iluminação pública permitindo um estudo inteligente atualizado sobre expansão do sistema de iluminação pública.

No aspecto social haverá visibilidade para identificar problemas no tocante a manutenção da iluminação, identificação de comércio ilícito nas proximidades de escolas, bares e áreas de lazer, permitindo um mapeamento com dados internos e que podem ser melhorados com a inclusão de informações do IBGE, departamentos de controle de tráfico e transportes públicos e da polícia.

A inclusão destas informações poderá ser executada em cada local, com a possibilidade de determinar a data de uma manutenção no sistema de iluminação, o tipo de manutenção que foi executado (depreciação física ou depredação) ou solicitação de contribuinte para aumentar o índice de iluminação, etc. Para tanto há a necessidade de processos automatizados para a descoberta de padrões interessantes e de conhecimento em banco de dados envolvendo uma quantidade diversificada de informações, descobrindo padrões não conhecidos nos dados que possam guiar o processo de decisão. Entre esses processos, destaca-se a mineração de dados. (MD).

A MD é uma fase na descoberta de conhecimento em banco de dados (KDD), que procura por uma série de padrões escondidos nos dados. Neste trabalho procura-se apresentar e descrever as principais técnicas da MD que poderão contribuir para a retirada de padrões na elaboração do processo de gestão de iluminação pública.

O processo da descoberta de dados (Knowledge Discovery in Database-KDD) engloba uma fase de seleção de dados, que visa focar um subconjunto de variáveis, uma etapa de pré-processamento, a escolha do objetivo do processo KDD, a mineração de dados e a interpretação e consolidação do conhecimento descoberto.

Neste contexto inserem-se os sistemas de Data Warehouse (DW), ou seja, uma “coleção de dados integrados, orientados por assunto, não voláteis e variáveis com relação ao tempo, criada para dar suporte à decisão” [23]. O objetivo do DW é fornecer uma imagem única da realidade a ser analisada. Devemos selecionar,

sumarizar e organizar informações estratégicas que estão contidas nos bancos de dados operacionais de forma implícita, associando-as ao conhecimento gerencial para a construção de uma base de dados que facilite a tomada de decisão. O DW aumenta as possibilidades do sucesso da MD, pois ela dispõe de habilidade para extrair, tratar e agregar dados de múltiplos sistemas operacionais, que ao armazenarem dados em formato multidimensional (normalmente não normalizados), disponibilizam visualização informativa. Isto não impede que o processo de MD seja realizado sem a participação da DW.

Os ambientes integrados KDD são sistemas integrados de descoberta de conhecimento em banco de dados que possuem recursos e ferramentas visando ciclo de tarefas de KDD. A comunidade do meio científico e a indústria de software têm desenvolvido os Knowledge Discovery Support Environment (KDSE's) e metodologias com diferentes abordagens e enfoques dos quais este trabalho destaca a ferramenta WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) que contempla uma série de algoritmos de preparação de dados, de aprendizagem de máquina (mineração) e de validação de resultados [22] [70].

O Software WEKA foi desenvolvido na Universidade de Waikato, na Nova Zelândia, sendo escrito em linguagem Java e possuindo código aberto disponível na Web. O sistema possui uma interface gráfica amigável e seus algoritmos fornecem relatórios com dados analíticos e estatísticos do domínio minerado. Foi disponibilizada também uma abrangente documentação *online* do código fonte.

#### 1.4 Justificativa

A iluminação pública (IP) é um serviço essencial para a qualidade de vida noturna nos centros populacionais urbanos, sendo também de grande importância no tocante à segurança pública, pois inibe o comércio ilícito e beneficia as áreas de lazer, o tráfego de veículos e de pedestres. Os projetos implantados pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL e pelo Programa de Iluminação Eficiente – Reluz têm por objetivo melhorar a eficiência energética dos sistemas de iluminação existentes substituindo os equipamentos antigos por tecnologias eficientes. A caracterização da iluminação pública é registrada através do cadastramento, por parte de pontos de iluminação existentes das prefeituras dos municípios, antes e após o processo de efficientização. O sistema de iluminação

passou a ser gerenciado por um banco de dados, permitindo estudos de implantação de gestão nesta área, trabalhando os dados, que antes eram registrados em planilhas manuais, desde a solicitação de manutenção de um contribuinte e internamente a distribuição desta solicitação à seção de manutenção, ou através de empresa contratada sem controle de tempo para a realização do evento. A responsabilidade das despesas relativas à prestação dos serviços (manutenção, operação, instalação e consumo de energia elétrica) é arcada pelo município. Os dados cadastrais são também importantes, pois em geral a cobrança da demanda de iluminação pública é feita com base nas potências das lâmpadas. O processo de efficientização aplicado pelo Projeto Reluz visa prestar o mesmo serviço, porém com menor potência. No caso das lâmpadas de vapor de sódio, amplamente utilizadas na iluminação pública atual, observa-se um alto rendimento na produção da luz, mas com índice de reprodução de cores deficiente. No entanto, são instaladas nas vias públicas devido a sua elevada eficiência com redução do consumo de energia elétrica.

Atualmente se observa que os dados fornecidos pelas prefeituras à concessionária do sistema elétrico são contraditórios, ou seja, o valor faturado é diferente da potência instalada no parque de iluminação do município cadastrada. Esta constatação está fazendo com que as prefeituras atualizem os seus cadastros de forma a refletir a efetiva potência de iluminação instalada, isto é, a ampliação do sistema de energia elétrica irá trabalhar de forma integrada com a ampliação do parque de iluminação do município. As atualizações dos cadastros por parte das prefeituras darão mais garantias às concessionárias, pois não haverá dúvidas quanto à redução no horário de ponta e o consumo será facilmente mensurado. Um dos problemas enfrentados pelas prefeituras é o cadastramento dos pontos de iluminação, fazendo com que muitas delas estejam inadimplentes junto às concessionárias. Através da gestão do sistema de iluminação as prefeituras passam a gerenciar este banco de dados. No entanto, um processo mais elaborado e mais eficiente seria a identificação de padrões que podem ser tratados mediante a MD. Este conhecimento poderia descobrir as tendências de crescimento populacionais de determinada periferia do município, ajudando no projeto de expansão da iluminação, detectando a qualidade de energia de determinado bairro, fornecendo a demanda, carga instalada e informações sócio-comportamentais.

**A proposta deste trabalho é demonstrar a aplicação da técnica da Mineração de Dados, utilizando a ferramenta Weka, manipulando os dados do Sistema de Iluminação de uma Prefeitura, os dados socioeconômicos do IBGE, da base de informação da polícia para encontrar padrões de comportamento, demanda de energia elétrica, tempo de vida dos equipamentos instalados, expansão do sistema de iluminação, aumento do índice de iluminamento de uma rua, ou bairro e que, de uma forma geral, possa auxiliar no entendimento do processo acima descrito.**

**A descoberta de padrões com a utilização da MD fornecerá informações relevantes, que permitirá melhorar o tratamento de futuros projetos de iluminação eficientes. Os padrões a serem descobertos na aplicação da MD irão permitir uma atuação especial de manutenção, de troca de equipamento, de aumento ou diminuição da demanda influenciando e sendo influenciados pelas tendências sócio-comportamentais da região, uma vez que o crescimento populacional do município, o aumento de jovens com acesso às escolas e universidades nos horários noturnos fazem com que a iluminação esteja vinculada à segurança noturna. Alguns estudos apontam a iluminação como fator na diminuição da criminalidade. Nos países desenvolvidos existem alguns estudos de que a criminalidade esteja ligada à iluminação[79]. No entanto, no Brasil devemos incluir este fator, uma vez que um local com pouca iluminação propicia a atuação de criminosos. As solicitações de aumento de iluminação em áreas arborizadas, paradas de ônibus, nas proximidades de colégio e universidades são muito freqüentes nos municípios de médio e grande porte.**

**A análise e o mapeamento da região poderão facilitar o trabalho dos órgãos de segurança pública, dos meios de transporte, da concessionária, do sistema elétrico e da segurança civil.**

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo principal**

**O objetivo principal deste trabalho é a inclusão de parâmetros sócio-comportamentais no processo de eficientização do sistema de iluminação pública, a partir de uma base de dados com o cadastramento dos pontos de iluminação, com**

**destaque aos equipamentos eficientes (lâmpadas, luminárias, relés, reatores, conectores e fios), sendo este sistema gerenciador de base de dados (SGBD) de responsabilidade de uma prefeitura. Informações (dados) sociais do IBGE, informações da polícia quanto aos locais de ocorrências envolvendo não somente o comércio ilícito, depredação do patrimônio (lâmpadas, luminárias), bem como índices sócio-comportamentais (roubos, estupros, agressões entre outros) que venham a facilitar a marginalidade de uma forma geral, são os parâmetros incluídos na base de dados deste trabalho. A descoberta de padrões interessantes e desconhecidos em banco de dados pode ser realçada com a importância da utilização dos algoritmos e das ferramentas da Mineração de Dados (MD), para a descoberta destes padrões do parque de iluminação.**

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- 1. Estudar os algoritmos e as ferramentas de Mineração de Dados com aplicação em banco de dados na gestão do sistema de iluminação pública eficiente de uma prefeitura.**
- 2. Descobrir padrões utilizando ferramentas de Mineração de Dados, que possam auxiliar a aplicabilidade de tecnologia eficiente, mas melhorar a qualidade de vida noturna em locais específicos (área de lazer, parada de ônibus, nas proximidades de escolas e universidades).**
- 3. Demonstrar a aplicação da Mineração de Dados considerando o banco de dados internos (prefeitura), acrescentado dados do IBGE e da polícia, para a descoberta de novos padrões auxiliando a compreensão dos padrões e tendências de um local, rua, avenida, bairro, etc.**

## CAPÍTULO 2

### 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Eficiência Energética e Conservação do Meio Ambiente

A globalização e a instauração de uma economia competitiva e sustentável vêm exigindo eficiência em suas atividades. O uso eficiente da energia elétrica não significa apenas uma redução nas despesas, mas também redução nos impactos ambientais. A eficiência energética está ligada à melhoria na qualidade do ambiente de trabalho e do processo produtivo.

A crise do petróleo na década de 70 alertou para o desenvolvimento de pesquisas em novas fontes alternativas de energia, como a eólica, a solar, etc. A diminuição do uso de combustíveis fósseis aumentou a eficiência do setor energético desde a produção até o consumo de energia. As fontes geradoras de energia elétrica, tais como, a hidroelétrica e a termoeletrica, apresentam elevados custos e exigem longos períodos para implantação, e a construção destas fontes geradoras causa impacto ambiental. O uso racional de energia passou a ser a opção mais vantajosa, na medida em que a redução do consumo evitaria a instalação de novos parques geradores. Então, o avanço tecnológico tem proporcionado o desenvolvimento de equipamentos cada vez mais eficientes e o conceito de eficiência energética passou a ser adotado e visando:

- ✚ A redução dos custos de manutenção;
- ✚ Compra de equipamentos através de padronização;
- ✚ Redução de perdas no sistema elétrico;
- ✚ Diminuição de gastos públicos nos municípios.

O tema eficiência energética está contido no Protocolo de Kyoto, de 1997, tem por objetivo diminuir a emissão de gases emitidos pelas fontes geradoras de termelétricas uma das causadoras da emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. As concessionárias de energia elétrica estão investindo nos projetos de eficiência de energia elétrica, bem como em campanhas ao desperdício atribuído à instalação de equipamentos ineficientes.

O setor industrial possui importância dentro do contexto energético por ser um dos maiores consumidores de energia produzida e os motores industriais

representam uma boa parcela deste consumo. A Lei 10.295 de 17 de outubro de 2001 determina níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, com base em indicadores técnicos. Estes estudos baseiam-se em experiências internacionais sobre programas de etiquetagem e indicadores de desempenho energético de máquinas e aparelhos consumidores de energia elétrica, com a identificação das inovações tecnológicas que possam resultar da implementação da lei e de parcerias institucionais, de fabricantes e universidades a atuarem de forma conjunta buscando a eficiência energética.

A experiência internacional adotada na Califórnia, Estados Unidos, na década de 70, foi seguida por alguns países como França, Alemanha, Canadá, Japão, Austrália, México, num total aproximado de 30 países, contribuiu para a implantação no Brasil, a partir de 1985, de padrões e etiquetas através do apoio da Eletrobrás/Procel e do INMETRO. A troca de equipamentos ineficientes tem contribuindo para a diminuição de custos nas manutenções entre elas as dos sistemas de iluminação pública [85].

### 2.1.1 Cidades Europeias Sustentáveis

O Projeto das Cidades Sustentáveis é uma iniciativa de Diretório Geral (DG XI) e do Grupo de Peritos sobre o ambiente urbano, instituído pela Comissão Europeia de 1991, tendo como seqüência a publicação do "Livro Verde" sobre o ambiente urbano. Em 1993, em cooperação com o Grupo de Peritos a Comissão Europeia lançou a primeira fase do Projeto Cidades Sustentáveis para o período de 1993 a 1996.

Este Projeto tem como principais finalidades contribuir para o desenvolvimento de idéias sustentáveis em ambientes urbanos europeus, promover uma ampla troca de experiências, difundir as melhores práticas em matéria de sustentabilidade em nível local e formular recomendações para influenciar as políticas públicas da União Europeia e dos Estados Membros, nos termos da Resolução de 1991.

Ao definir a forma de abordar a sustentabilidade urbana o Grupo de Peritos adotou como definição de desenvolvimento apresentada em 1987 no relatório "Brundtland" (World Commission on Environment and Development) que : *"Por desenvolvimento sustentável entende-se o desenvolvimento que satisfaz as necessidades*

*atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades”.*

O Tratado da União Européia, acordado em Maastricht, na Holanda, em 7 de fevereiro de 1992, assinalou uma virada importante na natureza intrínseca da Comunidade, que passou a se afastar da busca do crescimento econômico sem se ater às conseqüências ambientais, introduzindo a promoção do crescimento sustentável como objetivo político primordial.

Este encontro teve uma dimensão global de ações internacionais pelas cidades sustentáveis, estabelecendo a importância de se aprender com outras regiões do globo exemplos de boas práticas em matéria de desenvolvimento urbano sustentável, pois são relevantes para o contexto europeu.

Os governos da União Européia devem igualmente aplicar as técnicas e as estratégias de outros países visando garantir o desenvolvimento sustentável, como as que são aplicadas em muitos Estados dos EUA, em que as companhias de eletricidade levam para comunidades isoladas formas alternativas de geração de energia reduzindo os impactos ambientais e aplicando programas importantes de conservação de energia, obtendo lucros com estes mesmos programas. É o sistema denominado planejamento integrado dos recursos.

Outra abordagem é que nos diz respeito é quanto aos recursos naturais de energia e dos resíduos. Os debates se baseiam em uma abordagem integrada para encerrar os ciclos de recursos naturais de energia e resíduos, com o aumento da eficácia da produção energética, a utilização de recursos renováveis, reutilização de resíduos, a recuperação de calor e a aplicação de sistemas descentralizados de gestão eficazes.

### **2.1.2 Eficientização na Comunidade Européia.**

O encontro da União Européia realçou a importância dos princípios do desenvolvimento sustentável para a necessidade da conservação de energia, a utilização de recursos renováveis que são mais compatíveis com a proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais. Neste documento foi ressaltado que em virtude da densidade populacional e das atividades nela concentradas, as cidades são responsáveis por 75 a 80% do consumo de energia em menos de 10% do território da União Européia. A energia não é só consumida em atividades

necessárias e para a satisfação de necessidades, mas também se perde durante o processo de produção e posteriormente durante a distribuição e a utilização.

A questão da energia se apresenta com grande preocupação o que se deve a produção, transporte, distribuição e consumo ineficiente e perdulário. Os serviços de energia como aquecimento para edifícios, processos industriais, iluminação e confecções de alimentos requer energia e a quantidade de energia depende da eficiência com que esta é convertida no serviço pretendido. [77]

Esta taxa de eficiência tem incluído a tecnologia disponível e o sistema de gestão.

O relatório promove dois tipos de cooperação. O primeiro incide sobre o funcionamento dos órgãos locais e inclui o ensino e a formação profissional; as atividades interdisciplinares; as parcerias e redes envolvendo associações entre o setor público e privado, e organizações não governamentais. O segundo diz respeito às relações entre os órgãos locais e a população e incluem a consulta e a participação da comunidade, mecanismos educativos inovadores e sensibilização.

Em setembro de 1990 foi fundado o Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), realizado em Nova Iorque, com o objetivo de divulgar práticas ambientais em nível mundial.

Já em 1991 foi realizado em Toronto um encontro com o objetivo de elaborar planos de desenvolvimento para as cidades canadenses. Na ocasião participaram 130 cidades e foi assinada a Declaração de Toronto sobre as cidades e ambientes.

No Brasil em 1992, na Cidade de Curitiba, foi realizado um encontro com a participação de 45 municípios no Fórum Urbano Mundial em que foi assinado um projeto referente ao desenvolvimento urbano sustentável.

### **2.1.3 Substituições de lâmpadas ineficientes**

#### **2.1.3.1 Substituições de lâmpadas na Comunidade Européia**

Em 2006 o grupo dos países mais desenvolvidos se reuniu em São Petersburgo com o objetivo de obter melhorias na eficiência dos sistemas de iluminação. Os fabricantes se comprometeriam em substituir a fabricação de lâmpadas incandescentes em favor da fabricação de lâmpadas mais eficientes em um período de 10 anos. Entre outros tópicos apresentados neste encontro, foi tratada a

utilização de sistemas eficientes em edifícios, em *outdoor* e também nos sistemas de iluminação pública.

### 2.1.3.2 Substituições de lâmpadas em outros países

Alguns países já iniciaram o descarte de lâmpadas com baixa eficiência, trocando por lâmpadas eficientes.

Nos EUA, de uma forma geral, existe a preocupação na comercialização de lâmpadas incandescentes e foi estabelecida uma taxa que chega até *25 cents* por lâmpada, bem como prazo para o descarte no caso do Estado da Califórnia em que estabeleceu como data limite o ano de 2012.

Na União Européia estabeleceu também um prazo para o descarte de lâmpadas incandescentes regulando até 2009 com prazo para atender o programa e completar a implantação de lâmpadas ineficientes até 2011 [78].

### 2.1.3.3 Poluição gerada pelo Sistema de Iluminação Pública

O grande vetor de poluição do sistema de iluminação pública é sem dúvida as lâmpadas de descarga (vapor de sódio, vapor de mercúrio e multivapores metálicos), uma vez que esta tecnologia utiliza o componente químico mercúrio (Hg). A Associação Brasileira da Indústria da Fabricação de Iluminação - ABILUZ, aponta o setor público como um dos maiores geradores de descarte destas lâmpadas e vem crescendo em função da substituição destas tecnologias para se obter uma maior eficiência luminosa no sistema de iluminação com a diminuição da demanda de energia elétrica. Os perigos ocasionados pelo mercúrio estão relacionados diretamente com a inalação dos vapores que causam problemas na saúde por ser de difícil eliminação do organismo dos seres vivos. Quando lançados diretamente em aterros sanitários o mercúrio polui os lençóis freáticos sendo ingerido pelo homem e poluindo também a cadeia alimentar. Desta forma, a contaminação pelo mercúrio pode causar sérios problemas ao ser humano e também ao meio ambiente.

A orientação da Eletrobrás é de que seja incluído um custo unitário para o descarte, além de estar previsto um certificado de recepção e responsabilidade emitido por órgãos ambientais para a destinação destes resíduos.

## **2.2 Sistema de Iluminação Brasileiro**

Neste capítulo é realizada uma contextualização sobre o sistema de iluminação pública brasileiro com a implantação do Programa Nacional de Conservação de Energia e do Programa de Iluminação Eficiente – Reluz e os aspectos de gestão do sistema de iluminação e os equipamentos eficientes.

A continuidade do estudo da iluminação pública com a inclusão de novos parâmetros, que é objeto de estudo está relacionada aos fatores socioeconômicos que serão analisados através de ferramenta de mineração de dados. A aplicação destas ferramentas irá proporcionar a descoberta de padrões ou tendências de uma determinada região ou locais específicos e suas influências socioeconômicas na ausência de iluminação pública ou também no tocante a melhoria da iluminação.

O sistema de iluminação brasileiro tem registrado em seus cadastros 13 milhões de pontos de iluminação, que correspondem a uma potência instalada de 2,5 GW responsável por 3,5% do consumo total de energia elétrica do país. Segundo os dados do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL, o potencial de conservação de energia no setor de iluminação pública (IP) está estimado em torno de 600 MW, quase o equivalente à capacidade da Usina Nuclear de Angra I[24]. Estas informações demonstram a grande ineficiência do sistema de iluminação pública brasileiro, justificando desta forma a necessidade de eficientizar o parque de iluminação com novas tecnologias e aprimorar as técnicas de gestão dos serviços públicos.

O programa desde a sua criação tem incentivado as concessionárias de energia elétrica (responsáveis em alguns municípios) a substituírem as lâmpadas incandescentes e mistas por lâmpadas mais eficientes a base de vapor de sódio e vapor de mercúrio. No entanto, o setor de iluminação pública apresenta considerável desperdício em energia elétrica, sendo atribuído aos equipamentos ineficientes (luminárias, reatores...), falta de critérios para projetos eficientes e a ausência de gestão eficiente para a realização dos serviços.

Os serviços no sistema de iluminação pública brasileiro surgiram com a criação de empresas privadas e estrangeiras de energia elétrica, em que eram firmados contratos com as prefeituras municipais. Atualmente os serviços são prestados tanto pelas concessionárias de energia elétrica, quanto pelas prefeituras ou empresas contratadas. Este programa trouxe, além da redução do consumo de

energia elétrica, um aprofundamento das questões relativas à gestão do sistema de iluminação por parte das concessionárias e também das prefeituras.

A Eletrobrás/Procel com objetivo de organizar o cadastro do parque de iluminação no Brasil consultou as principais distribuidoras de energia elétrica brasileira nos anos de 2003 e 2004 acerca da quantidade e do tipo de lâmpadas instaladas no Brasil, tendo como resultado os dados da Tabela 1 e do Gráfico 1.

Tipo de Lâmpada	Quantidade	Participação
Vapor de Mercúrio	6.777.877	52,0%
Vapor de Sódio	5.257.062	40,3%
Multi -Vapor Metálico	63.600	0,5%
Incandescente	274.320	2,1%
Mistas	519.208	4,0%
Fluorescentes	100.248	0,8%
Outras	49.168	0,3%
<b>Total</b>	<b>13.041.483</b>	

Tabela 1 – distribuição de lâmpadas no Brasil [4]



Gráfico 1 Distribuição de lâmpadas instaladas no Brasil, 2005 [4].

Neste contexto verifica-se a existência de um potencial de lâmpadas a serem substituídas de modo a tornar o sistema de iluminação brasileiro mais eficiente.

O Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (Reluz) foi lançado no ano de 2000 e, em 2002, prorrogado até 2010. A pretensão é abranger 77% do potencial de conservação de energia na IP brasileira visando uma redução estimada de 540 MW de potência. No projeto está prevista a melhoria de 9,5 milhões de

pontos de iluminação e a expansão de 3 milhões de novos pontos de iluminação [25]. Para um projeto de eficiência ser aprovado pelo Reluz é necessária à análise da relação orçamentária de custo/benefício. Ao longo da implantação do projeto, a Eletrobrás realiza acompanhamento físico e financeiro para comprovar a aplicação dos recursos pelas concessionárias, de acordo com os contratos.

O financiamento para a implantação do projeto Reluz é liberado pela Eletrobrás para as concessionárias de energia elétrica, que em articulação com as prefeituras municipais executam os serviços da efficientização. O valor do financiamento de responsabilidade da Eletrobrás é de até 75% do valor total do projeto. O restante do valor, isto é, 25% são de responsabilidade das concessionárias e das prefeituras municipais. Como poderemos visualizar na figura 1 o projeto de efficientização de um município é elaborado pela Concessionária depois de feito o inventário do sistema de iluminação pela prefeitura e encaminhado a Eletrobrás para aprovação.

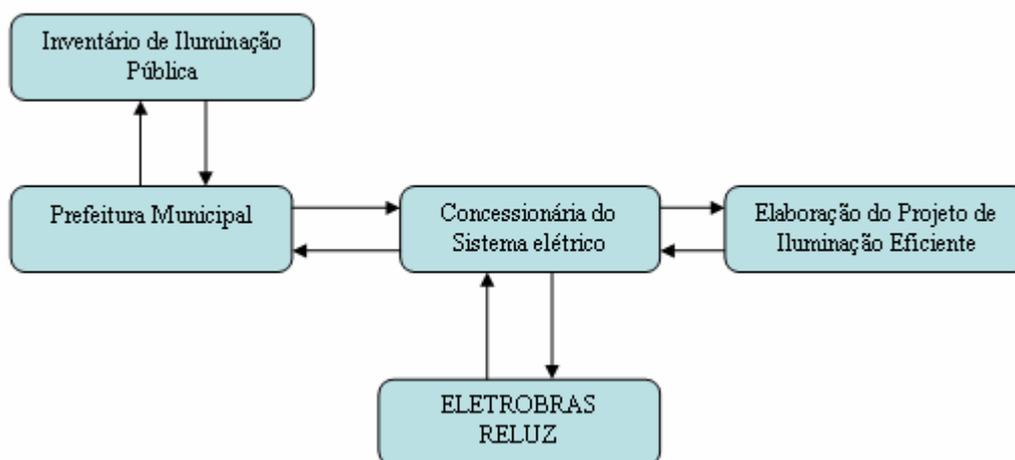


Figura 1 -Aprovação projetos –Reluz [25]

A implantação do projeto Reluz tem por objetivo proporcionar a melhoria das condições para o turismo, o comércio e o lazer noturnos, geração de novos empregos, melhoria na qualidade de vida da população urbana e, principalmente, redução da demanda do sistema elétrico nacional, especialmente no horário de maior consumo. No programa Reluz está previsto também o financiamento para melhoria na expansão do sistema de iluminação, bem como a iluminação de

destaques de monumentos e prédios de valores histórico ou cultural e a inovação tecnológica.

### **2.2.1 Projeto Eficiente de Iluminação Pública**

O projeto de iluminação eficiente apresentado ao Programa Reluz deve atender todas as condições estabelecidas nas normas técnicas brasileiras vigentes aplicáveis a iluminação pública. Também serão analisados, sob o ponto de vista técnico orçamentário e econômico-financeiro de acordo com os critérios, procedimentos e metodologias no roteiro para elaboração de Projetos de Iluminação Pública Eficiente [25].

#### **2.2.1.1 Análise Técnica**

Fazer um levantamento do parque de iluminação existente é o objeto de estudo, verificando as características físicas do local, tipo de iluminação instalada e equipamentos restantes utilizados. Esta análise deve ser feita em todos os logradouros (rua, avenida, travessa, etc) e nas áreas de lazer (praças) do município, com o objetivo de verificar o estado de conservação e, com a utilização de um luxímetro, averiguar as medições destes pontos de iluminação. Para a análise técnica do sistema de energia elétrica é verificado o tipo de poste, a rede de baixa tensão e a existência de transformadores na rede elétrica.

#### **2.2.1.2 Estudo da alternativa a ser implantada**

O projeto do Sistema de Iluminação Eficiente Reluz, procura melhorar a eficiência luminosa com a redução do consumo de energia elétrica, utilizando equipamentos eficientes. Com base no levantamento dos sistemas antigos de iluminação são iniciados os estudos para a implantação do sistema eficiente de iluminação. O projeto é realizado com referência aos cálculos repetitivos que podem ser auxiliados por ferramentas disponíveis na informática, com a utilização de ferramentas gráficas, algumas dedicadas exclusivamente à luminotécnica,

aumentam a precisão e rapidez com que o projeto é elaborado. Para o dimensionamento do sistema, a ABNT adota o iluminamento médio e a uniformidade, com os valores mínimos variando de acordo com o tipo de via, o volume do tráfego e a intensidade de pedestres.

No sistema de iluminação devemos considerar quanto ao observador a sua acuidade visual, a fadiga, a capacidade de reação e a velocidade do observador. Quanto ao ambiente devemos levar em conta a densidade de tráfego, a complexidade da via, os tipos mais freqüentes de usuários e também a complexidade do entorno. Estes dois fatores, observador e ambiente, vão determinar a redução de acidentes, a redução da criminalidade, o incremento do comércio e do turismo.

O programa Reluz dispõe de uma rotina para a implantação do sistema eficiente, como para a expansão do sistema de iluminação. Apesar de serem projetos distintos seguem a mesma formatação, conforme podemos visualizar na tabela 2.

Dados de Iluminação Pública - Projetos
Classificação da Via Lâmpadas (tipo e Potência) Largura da via (m) Largura da calçada(m) Altura da Montagem (m) Disposição da posteação Espaçamento entre vãos Quantidade de luminárias/ pétalas p/poste (unid)
Parâmetros Luminotécnicos
Nível de iluminância máxima (lux) Nível de iluminância mínimo (lux) Nível de Iluminância médio (lux) Fator de uniformidade de iluminância médio

Tabela2 – Dados do Projeto de Iluminação Eficiente – Adaptado (Reluz)

## 2.2.2 Sistema de Iluminação Eficiente

### 2.2.2.1 Tecnologia das lâmpadas

O sistema de iluminação pública eficiente é constituído pelos equipamentos: lâmpada, reator, relé, luminária e conectores, conforme pode ser visualizado na figura 2.

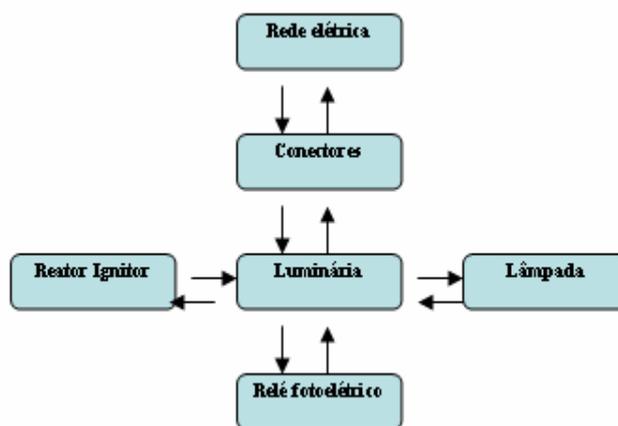


Figura 2 - Sistema de Iluminação Pública Eficiente

A figura 2 mostra o sistema eficiente de iluminação pública composto por: luminária eficiente [27]; lâmpada de vapor de sódio em vias urbanas [7]; relé fotoelétrico [32]; reator ignitor para a lâmpada de vapor de sódio [30]; e os conectores essenciais nas ligações entre o sistema de iluminação e a rede elétrica da concessionária [7].

### 2.2.2.2 Escolha da Lâmpada

Na escolha da lâmpada devem ser consideradas as características conforme descrição da Tabela 01 para alternativas de substituição de lâmpadas. A melhoria da iluminação pública pressupõe a adequação dos parâmetros luminotécnicos do sistema existente nas normas da ABNT e NBR 5101. Os níveis de iluminância médio e o fator de uniformidade de iluminância adequados para cada tipo de logradouros deverão ser obtidos a partir do conjunto luminária –lâmpada -reator e não apenas

com base no fluxo luminoso unitário da lâmpada. Os níveis de iluminância produzidos pelo sistema de iluminação devem ser verificados por meio de malha de medição recomendada pela norma, ou seja, os dois principais parâmetros de qualidade considerados pela NBR 5101 estão relacionados ao nível de iluminância média e o fator de uniformidade de luminância. Para cada característica do logradouro são recomendados valores médios mínimos de iluminância e de uniformidade, itens indispensáveis na elaboração do projeto de iluminação pública.

O programa Reluz fornece alternativa de substituição de lâmpadas conforme podemos visualizar na tabela 3.

Lâmpada Existente	Alternativa - Lâmpada Eficiente
2xFluorescente de 40w	VSAP 70w
Fluorescente 110w	VSAP 70w
Halógena 400w	VSAP 150w
Halógena 500w	VSAP 150w
Halógena 1000w	VSAP 250w
Halógena 1500w	VSAP 400w
Incandescente 100w a 300w	VSAP 70w
Incandescente 500w	VSAP 100w
Incandescente 1000w	VSAP 150w
Mista 160w	VSAP 70w
Mista 250w	VSAP 70w
Mista 500w	VSAP 150w
VM 80w	VSAP 70w
VM 125w	VSAP 100w
VM 250w	VSAP 150w
VM 400w	VSAP 250w
VM 700w	VSAP 400w
VSAP 350w (intercambiável)	VSAP 400w

Tabela 3 – Alternativa para substituição de Lâmpada-Adaptada [25]

### 2.2.2.3 Escolha da Lâmpada para os destaques

Para preservar a identidade dos monumentos, praças, edificações históricas ou artísticas, nos logradouros onde exista a necessidade de um elevado índice de reprodução de cores (IRC), podem ser utilizadas lâmpadas do tipo multivapores metálicos e devem ser apresentadas justificativas dessa opção.

#### **2.2.2.4 Escolha do Relé fotoelétrico**

O relé fotoelétrico monitora a luminosidade do local e faz o acionamento da iluminação pública. No programa descrição dos equipamentos e vida útil da tabela 4 pode-se instalar os relés fotoelétricos mecânicos que são compostos por uma bobina que sob ação de um valor mínimo de corrente modifica a posição de uma chave, podendo ser ligado ou desligado. Já o relé fotoelétrico eletrônico monitora a corrente da fotocélula e por meio de circuitos eletrônicos produz uma saída de sinal.

#### **2.2.2.5 Escolha do Reator**

Com o auxílio da tecnologia eletrônica podemos operar as lâmpadas de descarga (vapor de sódio, multimetálica), com maior eficiência luminosa e incremento na vida útil da lâmpada em até 50%. No consumo de energia pode-se ter uma redução de até 20% comparada ao sistema que utiliza reatores eletromagnéticos convencionais. Nos programas de conservação de energia de alguns países, os reatores convencionais estão sendo substituídos por tecnologia eletrônica [5].

A lâmpada de descarga ao ser acionada tem uma elevação da corrente elétrica e configuração de uma impedância reduzida, sendo exigida à instalação de um controlador desta corrente no circuito, que para impedir a destruição da lâmpada com o aumento desproporcional desta corrente se instala o reator que mantém a lâmpada em operação dentro dos limites estabelecidos. No sistema de iluminação eficiente estabelece a instalação do reator integrado (capacitores e ignitores) sendo padronizado em todas as luminárias e de fácil manutenção. As demais orientações técnicas podem ser acompanhadas na Norma da ABNT [30].

#### **2.2.2.6 Escolha da Luminária**

A luminária tem a função de prover os meios para a sua instalação e dos componentes elétricos, bem como manter as condições ambientais adequadas à operação destes componentes, distribuindo o fluxo luminoso proveniente da lâmpada. A luminária possui um conjunto ótico composto de um refletor, um

difusor e um dispositivo de fixação do soquete e posicionamento da lâmpada. O conjunto ótico realiza a função de distribuir o fluxo luminoso da lâmpada, de forma a se obter o máximo rendimento da luminária. O refletor é um componente normalmente de alumínio, cuja função é devolver os raios luminosos que o atingem para o difusor. O seu objetivo é aproveitar o máximo do fluxo luminoso. São utilizados materiais com um alto grau de refletância. O difusor instalado no lado oposto do refletor é fabricado em vidro ou policarbonato e tem a função de direcionar os raios luminosos provenientes da lâmpada e do refletor, além de protegê-los. A seleção da luminária é feita em função da configuração da instalação e da via (rua, avenida, beco). Então a uniformidade da iluminação está vinculada à largura da via e altura dos postes.

Deve-se também levar em consideração a questão do ofuscamento aos motoristas, isto é, quanto mais baixa a instalação maiores os cuidados com relação ao ofuscamento, uma vez que a luz proveniente da luminária entra no campo visual do motorista, Figura B.2 do anexo B. Para auxiliar na seleção das luminárias a ABNT utiliza como critério de classificação a distribuição longitudinal vertical, lateral e o controle da distribuição acima do ângulo de máxima intensidade luminosa.

O alojamento dos equipamentos auxiliares está sendo instalado no interior da luminária facilitando a manutenção e despoluindo visualmente a cidade (reatores instalados nos postes) escondendo os reatores no interior da luminária. No alojamento devem estar asseguradas as condições de temperatura, penetração de umidade e poeira, atendendo as especificações técnicas IP55 (proteção contra poeira) e as normas da ABNT [27].

As luminárias são classificadas em função da configuração da via e podem ser instaladas em ponta de braço curto, médio e longo de acordo com a posição da máxima intensidade luminosa em relação à altura do ponto de iluminação e largura da via. Desta forma, podemos fazer uma classificação do tipo de luminária a ser instalado e a extensão do braço de fixação da luminária.

Ao selecionar uma luminária na disposição na via, a altura do ponto da luminária instalada é fator importante na elaboração do projeto adequado, obtendo uma boa uniformidade, isto é, com uma menor potência da lâmpada obter uma maior uniformidade luminotécnica.

### 2.2.2.7 Conectores

A função dos conectores de derivação é interligar eletricamente os cabos de distribuição com os cabos de derivação, porém ainda não possuem uma referência de certificação por parte das normas técnicas brasileiras. No entanto, para reduzir as perdas devem ser consideradas as características elétricas, mecânicas e de constituição química que conjuntamente com a configuração possam fornecer a pressão adequada da conexão, sem a deformação e, assim, evitar a corrosão galvânica. O programa de iluminação eficiente orienta no sentido de utilizar conectores de rosca sob pressão e para a ligação na rede elétrica conector do tipo cunha.

### 2.2.2.8 Vida útil dos equipamentos

O programa de Iluminação eficiente Reluz fornece o tempo de vida útil dos equipamentos, de acordo com a tabela 4.

Equipamento	Vida útil - anos
Relés Fotoelétricos - mecânicos	4
Relés Fotoelétricos - eletrônicos	10
Economizadores de energia	5
Reatores e ignitores	10
Luminárias fechadas	20
Braços para luminárias	20
Cabos e ferragens para instalação	20

Tabela 4-Vida útil dos equipamentos - adaptada [25]

### 2.2.2.9 Redução do período de Ponta

O programa de eficiência no sistema de iluminação permite uma redução com a ponta da curva de carga do sistema elétrico nacional, entre 17h e 22h. Esta melhoria na eficiência tem benefícios diretos na melhoria do sistema elétrico, haja

vista que o horário noturno do início da iluminação pública nos centros urbanos coincide com os horários de ponta da curva de carga. Desta forma, os programas de conservação agem diretamente na redução da carga e obtêm melhoria considerável no fator de carga nos circuitos de distribuição da rede elétrica. Podemos visualizar na figura 3 o gerenciamento da curva de carga.



Figura 3 - Gerenciamento da Curva de carga [14]

Após a implantação do programa Reluz se observa uma redução na demanda, como pode ser visualizado na tabela 5.

	2001	2002	2003	2004	2005
Pontos Eficientes IP	18.775	69.062	620.058	510.293	389.613
Redução Demanda kW	4.171	5.837	47.992,9	69.183,54	15.510,55

Tabela 5 – Pontos instalados e a redução de demanda do projeto Reluz [34]

No gráfico 2 podemos visualizar que no ano de 2004 teve a maior redução da demanda no sistema de energia elétrico brasileiro em que foi aplicado o Reluz.

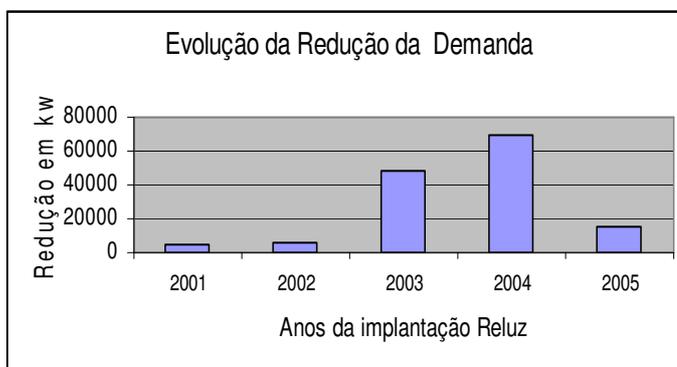


Gráfico 2 - Evolução da redução da demanda Sistema de Iluminação Reluz

## 2.3 Programa de Iluminação Pública na Comunidade Européia

A implantação de luminárias eficientes no sistema de iluminação pública nas cidades da Comunidade Européia teve início através do programa “*Greenlight*” que foi concebido para facilitar a introdução de iluminação eficiente no setor terciário e aumentar a conscientização da opinião pública. O programa lançado em fevereiro de 2000 tem duração inicial de 5 anos, ou seja, os trabalhos de implantação da renovação do programa deverão ser concluídos neste prazo após a assinatura do programa. O programa tem por objetivo principal atuar como catalisador do desenvolvimento dos setores relacionados com a iluminação eficiente, alertando para maior utilização da iluminação eficiente e incentivando o investimento. O programa *Greenlight* foi pensado para envolver as principais empresas públicas e de serviços na reabilitação dos sistemas de iluminação. As linhas de orientação dos programas consistem no:

- ✚ Gestor responsável pela execução do programa (ligado a Agência Nacional de Energia e preparação de relatórios para a Comissão Européia).
- ✚ Inventário do sistema de iluminação antigo e relatórios com o inventário do sistema a ser substituído.
- ✚ Objetiva melhoria na qualidade da iluminação com redução da demanda e relatórios após a reabilitação a implantação do novo sistema de iluminação.
- ✚ A finalidade do programa é reduzir o consumo de energia elétrica e assegurar que todos os participantes alcancem este objetivo [81].

### 2.3.1 Instalação de luminárias decorativas eficientes nos locais históricos

Os fabricantes estão aplicando à técnica de alumínio injetado na construção de luminárias decorativas eficientes, bloco óptico IP66 (proteção contra poeira e jatos de água potentes) e difusores em policarbonato ou vidro, que aos poucos estão sendo substituídas às luminárias decorativas de baixo rendimento.

### 2.3.2 Outros programas de eficiência energética da Comunidade Européia

O Programa SAVE criado pelo Conselho Europeu em outubro de 1991 com duração até o ano de 1995 teve como objetivo a utilização de equipamentos eficientes visando a eficiência energética. Este programa teve continuidade com SAVE II em

1996 e foi renovado para o período de 1998 a 2002. A partir de 2003 foi dada continuidade ao programa com o nome de Energia Inteligente-Europa, para o período de 2003 a 2006.

### 2.3.3 Sistema de Iluminação dos Estados Unidos da América

Estudo realizado pelo United States Department of Energy (DOE) no ano de 2002, constatou que o parque de iluminação viário (street lighting) contava com um total de 37.085 milhões de pontos de iluminação pública. A distribuição de pontos de iluminação neste parque de iluminação pode ser visualizada na tabela 6.

Tipo Lâmpada	Participação	Quantidade
Incandescente	4%	1.483.400
Fluorescente	2%	741.700
Vapor de Mercúrio	20%	7.417.000
Vapor Metálico	5%	1.854.250
Vapor de Sódio AP	59%	21.880.150
Vapor de Sódio BP	10%	3.708.500
Total	100%	37.085.000

Tabela 6 Distribuição de lâmpadas nos EUA adaptado [80]

Esta tabela 6 demonstrou que 74% do sistema de iluminação dos Estados Unidos da América está eficientizado, ou seja, com lâmpadas de vapor de sódio e com lâmpadas de vapor metálico. Porém também se observa que existe um percentual de 26% ainda utilizando lâmpadas com baixo rendimento, como incandescentes, fluorescentes e vapor de mercúrio. Desta forma, se justificam os programas de descarte de lâmpadas incandescentes, pois um número considerável se encontra instalado no sistema de iluminação dos EUA.

## 2.4 Novas Tecnologias de iluminação

### 2.4.1-Lâmpada com tecnologia de indução magnética

A lâmpada de indução magnética tem uma durabilidade que está em torno de 60 mil horas. Não possuem o filamento elétrico como as demais lâmpadas do tipo fluorescente. A bobina magnética é que faz a excitação das moléculas de mercúrio, vaporizando-o, gerando o raio ultravioleta que, atravessando a camada fluorescente,

se transforma em luz visível. Este tipo de lâmpada é excelente para instalações em locais de difícil acesso e possui um elevado fluxo luminoso, possibilitando a iluminação à longa distância em monumentos de valor artístico, cultural e ambiental (destaques) anexo B figura [B.10].

#### **2.4.2 - Lâmpada de Enxofre**

São mais eficientes que as outras fontes de luz branca de alta qualidade, praticamente não emitem luz ultravioleta e infravermelha. É também chamado de luz solar devido ao seu amplo espectro de luz por ser composta de enxofre e argônio. Não apresenta riscos ao meio ambiente. Ademais, sua qualidade luminosa não decai até o final da sua vida útil, possui uma alta potência com uma baixa emissão de calor e ausência de filamento. A sua vida útil está em torno de 60 mil horas anexo B figura [B.11]. O princípio de funcionamento consiste em uma pequena esfera de vidro especial e é montada na antena do magnetron que uma vez acionado o dispositivo provoca a excitação do enxofre dentro da esfera, tal como ocorre nas lâmpadas de descarga emitindo uma luz intensa de tonalidade levemente azulada.

#### **2.4.3- LEDS- Diodos Emissores de Luz**

Os Leds são dispositivos semicondutores, não possuem filamentos e possuem longo tempo de vida. Estes componentes semicondutores convertem energia elétrica diretamente em luz, apresentam melhor efeito visual com uma grande quantidade de cores e baixo consumo de energia. Com o desenvolvimento de tecnologia de materiais, bem como a descoberta de novas técnicas de fabricação, os leds vêm sendo produzidos com baixo custo. Inicialmente eram aplicados como sinalizadores em equipamentos eletrônicos (computadores, calculadoras, televisores) e indicavam se o equipamento estava ligado ou não. Com a evolução da tecnologia tem aumentado a sua utilização real na substituição de lâmpadas tendo uma boa aceitação na iluminação de destaques de iluminação externa (sinais de tráfego, fachadas, marcação de caminhos em prédios) e na iluminação interna (avisos orientativos-saída, WC, sinalizadores em teatro) anexo B figura[B.12]. As vantagens tecnológicas do emprego deste equipamento são muitas, pois tem uma longa

durabilidade, possui uma alta eficiência luminosa, uma grande variedade de cores, além de contar com dimensões reduzidas, tem uma alta resistência a choques e vibrações, não possui radiação ultravioleta e infravermelha e tem uma pequena dissipação de calor. Os Leds atualmente estão substituindo as lâmpadas convencionais e a sua durabilidade pode chegar até 100 mil horas demonstrando uma verdadeira revolução na iluminação [26] [28].

Na iluminação com lâmpadas incandescentes de 40W podemos substituí-la instalando um LED de apenas 1W. Podemos também obter variadas combinações de cores (RGB) conectando a um dimer manual ou sinais digitais de sistema de automação permitindo a variação da luz 0% até 100%. Na utilização da iluminação através de LED é importante ressaltar a qualidade de energia, ou seja, a corrente com conteúdo harmônico produzido por cargas não-lineares, introduzindo componentes harmônicos na rede de fornecimento de energia. O Led é um componente que pertence à classe C, devendo seguir o limite percentual de distorção estabelecida pela Norma International Electrotechnical Commission (IEC-61000-3-2-classe C).

#### **2.4.3.1-Leds na iluminação pública**

Produto introduzido com sucesso neste mercado de iluminação urbana em constante evolução e podendo ser utilizado em substituição as luminárias decorativas em ruas de passeios ou áreas de lazer. Cada luminária integra um conjunto de Led de alta potência que produzem uma extraordinária luz branca. As luminárias são compostas por módulos, cada um equipado com um conjunto de Led.

Cada módulo com sua matriz de Led's é posicionado de forma precisa para atingir o principal objetivo que é a iluminação. Os Led proporcionam uma iluminação direcionada o que exige uma extrema precisão na sua orientação quando aplicados em iluminação urbana.

Por ser uma tecnologia em fase evolutiva neste campo de aplicação e possuir uma eficiência luminosa individual reduzida em comparação com as tecnologias aplicadas no sistema de iluminação pública ainda não possui muita aplicação comercial na Iluminação Pública [28].

## 2.5 Nível de iluminância média

É o fluxo luminoso incidente por unidade de superfície e a sua unidade é o lux, que corresponde ao fluxo de um lúmen dividido por metro quadrado. A iluminância média é determinada pela média aritmética das leituras realizadas, em plano horizontal, sobre o nível do piso e sobre condições estabelecidas pela norma NBR 5101 e estas leituras são realizadas através do luxímetro. As distribuições das intensidades luminosas são projetadas para uma faixa típica de montagem da luminária, posição transversal de luminária (avanço), espaçamento, posicionamento e largura da via a ser iluminada. Na iluminação pública os níveis de iluminância podem ser calculados com o auxílio das curvas características fornecidas pelos fabricantes das luminárias. Na tabela 7 podemos visualizar os valores experimentais adotados para a iluminação em um único lado da via. Para iluminação no canteiro central e nos dois lados de uma via os valores devem ser recalculados.

Veículo-Pedestre	Lux - ABNT	Largura da Rua		Largura da Rua		Largura da Rua	
		8m	12m	12m	16m	12m	16m
		VS 70w (Lux)		VS 150w (Lux)		VS 250w (Lux)	
Leve Reduzido	2	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Leve - Leve	4	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Leve - Médio	8	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Leve - Intenso	10	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Médio - Leve	8	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Médio - Médio	10	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Médio - Intenso	15	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Intenso - Leve	10	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Intenso - Médio	15	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3
Intenso - Intenso	20	7,42	- 6,1	9,76	- 8,2	14,7	- 12,3

Tabela 7 – Nível de luminância para um lado da via [1] [76]

## 2.6 Classificação das vias públicas

- ✚ Ruas de caixa normal considerada residencial  
Entre 6 e 10 metros de largura da via, considerar o nível de iluminação médio de acordo com a tabela 5.  
Lâmpadas de vapor de sódio de 150W ou 250W
- ✚ Ruas de tráfego intenso de veículos ou de pedestres.  
Lâmpadas de vapor de sódio de 250W ou de 400W
- ✚ Ruas de caixa larga – avenidas de 10 a 12 metros  
Lâmpadas de vapor de sódio de 250W ou de 400W.

## **2.7 Custeio da iluminação pública (CIP)**

O custeio da iluminação pública, instituído pela Emenda Constitucional de número 39 de 2002, é definido através de lei municipal e tem como finalidade cobrir os gastos com o consumo de energia elétrica, com a manutenção e a ampliação do sistema de iluminação pública do município.

Inicialmente a cobrança da taxa de iluminação trouxe uma série de questionamentos jurídicos, pois o Supremo Tribunal Federal declarou a inconstitucionalidade da CIP. Os prefeitos passaram a pressionar o Congresso Nacional para atribuir aos municípios uma fonte de receita capaz de substituir esta cobrança. Com a Emenda Constitucional nº39/2002 foi acrescentado o artigo 149-A ao texto da Constituição Federal de 1988, atribuindo aos municípios competência para instituir a contribuição.

A cobrança da taxa de iluminação está ajudando os municípios a pagarem à conta de energia. Também tem contribuído para a realização de um trabalho sério, não somente do inventário do parque de iluminação, mas de sua modernização, implantando novas tecnologias, na qualificação de um modo geral, da equipe técnica com a aquisição de sistemas de gerenciamento de banco de dados e na tecnologia da informação. A cobrança é baseada na quantidade de pontos instalados (cadastrados) no município e o tipo de tecnologia empregada, ou seja, a potência instalada no parque de Iluminação Pública, considerando uma estimativa de consumo de 12 horas dia [40].

## **2.8 Iluminação pública e as ferramentas e métodos para a descoberta do conhecimento**

### **2.8.1 Descoberta do conhecimento**

Nos últimos anos tem se verificado um crescimento substancial da quantidade de dados armazenados em meios magnéticos. Estes dados produzidos e armazenados em grande escala, são inviáveis de serem lidos ou analisados por especialistas através de métodos manuais tradicionais. Diante deste cenário, surge a necessidade de se explorar estes dados para extrair informação, ou seja, a informação neles contida implicitamente, depende de técnicas como Regras de

Associação, Classificação, clusterização, entre outras, capazes de gerenciar tarefas complexas.

O processo capaz de descobrir este conhecimento em banco de dados chama-se KDD (Knowledge Discovery Database). O processo de KDD foi proposto em 1989 para se referir às etapas que produzem conhecimentos a partir dos dados e, principalmente, à etapa de mineração de dados, que é a fase que transforma dados em informação. A mineração de dados é uma atividade multidisciplinar que envolve diversas áreas, fornecendo as ferramentas para a descoberta de conhecimento em grandes massas de dados e está fortemente acoplada, envolvendo estatística, aprendizado de máquinas, banco de dados, sistemas especialistas, técnicas de visualização de dados e computação de alto desempenho. [13][49]. Na figura 4 visualizamos atividade multidisciplinar que envolve diversas áreas da Mineração de Dados.

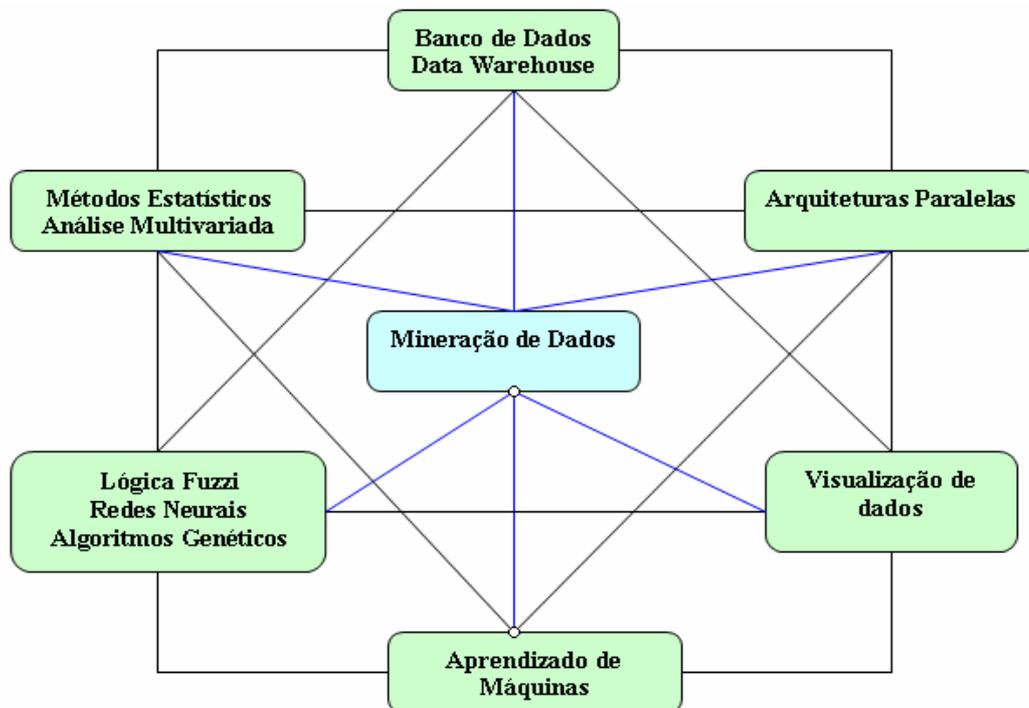


Figura 4 Tipos de Mineração de Dados – adaptada [49]

Quando se fala em mineração de dados não se está considerando apenas consultas complexas e elaboradas que visem confirmar uma hipótese gerada por um usuário em função dos relacionamentos existentes entre os dados, e sim a descoberta de novos fatos, regularidades, restrições e padrões de relacionamento.

Na fase de mineração de dados o executor da tarefa pode utilizar várias ferramentas e técnicas para que o seu objetivo seja bem sucedido.

### 2.8.2 Definição de mineração de dados

É o processo de identificação de padrões válidos, novos, potencialmente úteis e compreensíveis, que são embutidos em uma base de dados. Assim pode-se dizer ainda que a mineração de dados seja um passo no processo da descoberta do conhecimento (KDD), que consiste na aplicação de algoritmos e na análise de dados, que produzem uma enumeração de modelos extraídos da base de dados [13].

A busca de informação em um sistema de dados é um processo em informática que passa por várias etapas até se obterem os dados solicitados.

- ✚ Seleção de dados: nesta etapa o objetivo é a identificação das variáveis de interesse, que são selecionadas de uma base de dados operacional, onde foram registradas as informações do sistema de iluminação eficiente do município (dados internos);
- ✚ Pré-processamento: nesta etapa é feita uma limpeza dos dados, que podem estar relacionados com erros, tais como: a duplicidade de informações, falta de consistência de dados que não foram completadas suficientemente com informações. Esta limpeza deve assegurar que o conjunto de dados selecionados tenha uma boa qualidade no tocante à informação que foi solicitada, bem como na etapa do Data Mining ;
- ✚ Dados externos: nesta etapa são acrescentados dados externos ao sistema de iluminação pública, que possam influenciar a explicação das informações desejadas. Este conjunto de informações pode ser anexado através de bancos de dados socioeconômicos fornecidos pelo IBGE, através de pesquisa de opinião relacionada com a segurança pública, tendo como objetivo enriquecer a qualidade da informação gerando após a etapa da mineração de dados e aplicação de algoritmos específicos que possam determinar comportamentos ou padrões de uma determinada região;

- ✚ **Transformação:** nesta etapa o objetivo é a conversão dos dados brutos em uma forma de uso padrão, reduzindo o dimensionamento com a redução dos dados e fazendo uma busca através de atributos específicos;
- ✚ **Mineração de Dados:** nesta etapa são aplicados os algoritmos de mineração nos dados pré-processados e transformados, envolvendo várias técnicas existentes da descoberta do conhecimento (KDD). É a etapa que se caracteriza pela descoberta do conhecimento e dos padrões;
- ✚ **Validação das informações mineradas:** nesta etapa da organização, as informações são obtidas pelas diversas técnicas da mineração de dados. Para a organização das informações adquiridas é escolhido um modelo que melhor explique e se adapte ao conjunto de dados fornecidos, sendo importantes para a tomada de decisão;
- ✚ **Relatório de Modelos:** nesta etapa é apresentada a descoberta do conhecimento obtido;
- ✚ **Análise dos padrões obtidos:** nesta etapa será feita a determinação de como podemos utilizar estas informações obtidas, assimilando o conhecimento que está se manifestando e de que maneira lidar com esta nova situação (padrão). Um novo padrão encontrado deve fornecer novas informações sobre os dados. Estes passos podem ser visualizados na figura 5.

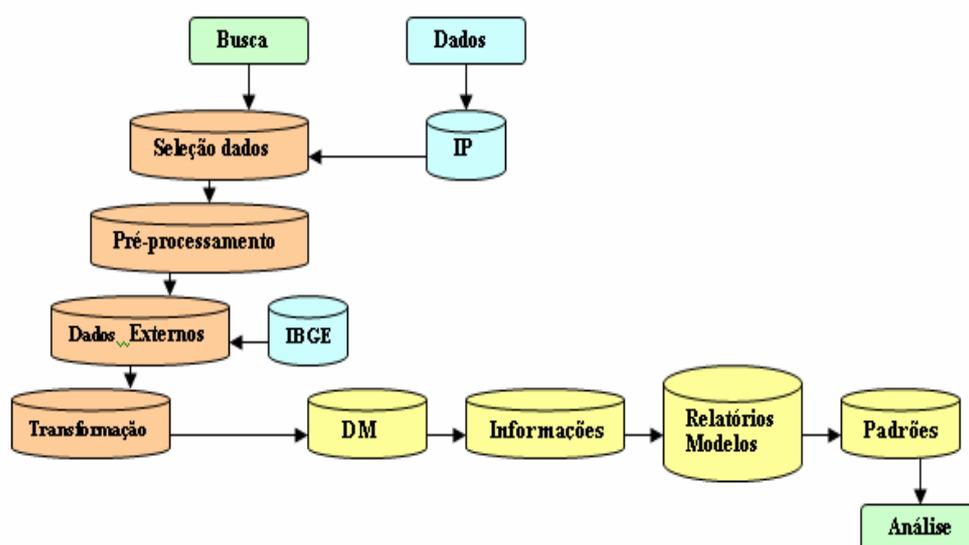


Figura 5 A Descoberta do conhecimento (KDD) [13]

### 2.8.3 Tarefas da Mineração de Dados

A mineração de dados desempenha um conjunto de aplicações ou tarefas que depende do estudo que está a se realizar e os padrões que se deseja descobrir.

Para cada estudo tem um conjunto de algoritmos que são usados para extrair relações importantes de um banco de dados (DW).

A figura 6 representa uma forma hierárquica do processo de KDD envolvendo tarefas e algoritmos empregados, fases e etapas do pré-processamento.

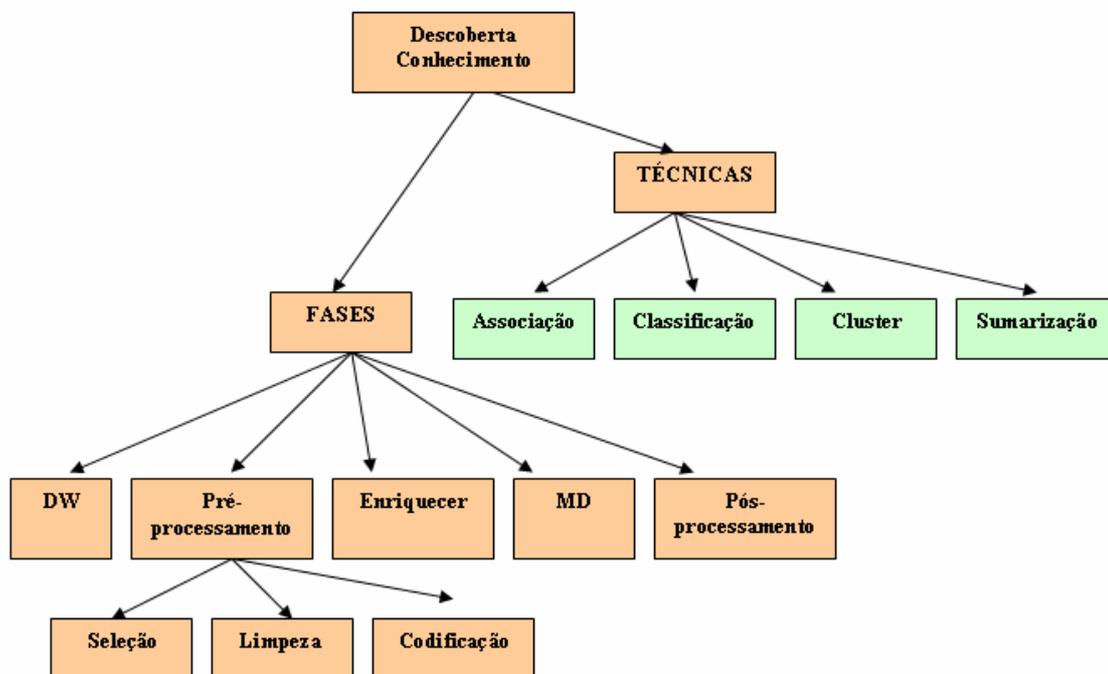


Figura 6 Tarefas da Mineração de Dados – adaptada [49]

#### 2.8.3.1 Agrupamento por afinidade (associação)

O estudo da descoberta do conhecimento através do algoritmo de agrupamentos (associação) consiste em encontrar padrões descritivos que represente à probabilidade de um conjunto de itens que apareça em uma transação, uma vez que em outro conjunto está presente e são realizadas operações sobre esse conjunto, retornando afinidades entre esta coleção de itens [45]. Esta tarefa de associação pode ser considerada como bem definida e não envolve predição da

mesma forma que a tarefa de classificação [59]. Estas afinidades são expressas por um conjunto de regras de forma que um determinado percentual ( $s\%$ ) de registros contém os itens C, L, CA e também contém os itens CC, PO, PE . Em que C, L e CA podem corresponder a qualquer número de itens e o mesmo para os itens CC, PO, PE e o percentual ( $c\%$ ) é denominado de percentual de suporte.

Na tabela 8 se visualiza a representação da simbologia utilizada para a descoberta de padrões em que o contribuinte informa a sua preocupação ao solicitar uma reposição de lâmpada à prefeitura e que serão aplicados nos algoritmos.

C=contribuinte	L=lâmpada	CA=causa	CC=Caminho casa	PO=parada ônibus	PE=Próximo Escola
----------------	-----------	----------	-----------------	------------------	-------------------

Tabela 8 Especificação de um registro de dados

O objetivo desta técnica é encontrar, a partir de um número de registros, tendências que possam ser utilizadas para explorar determinada situação. Na análise da tabela temos um determinado contribuinte (C) solicitando a reposição de uma lâmpada (L) e nesta solicitação ele expõe a causa (CA) que esta ausência de iluminação no local está contribuindo (assalto, drogas) e têm três possibilidades (CC,PO,PE), mas que estão ligadas a ausência de lâmpada. O suporte é caracterizado por um número mínimo de ocorrências e pode ser determinado através de percentuais de ocorrências (situações ou causas) associados ao caminho de casa (CC), parada de ônibus (PO) ou próximo da escola (PE).

$$\text{Suporte (CA, CC)} = \text{CC/CA} ,$$

$$\text{Suporte (CA, PO)} = \text{PO/CA} \text{ ou ainda } \text{Suporte (CA,PE)}$$

O segundo parâmetro é definido como o percentual de confiança ( $c\%$ ), que é caracterizado pelo percentual das transações na base de dados que satisfazem o antecedente da regra (CA) e também satisfazem o conseqüente da regra (CC, PO,PE). Então para analisar o grau de confiança vamos incluir na regra causa (CA) os subitens IA (Inibe assalto) e D(drogas).

$$\text{Confiança (IA, PO)} = \text{PO/IA}$$

$$\text{Confiança (IA, CC)} = \text{CC/IA} \text{ ou ainda } \text{confiança (IA,PE)} = \text{PE/IA}$$

Os algoritmos de associação permitem produzir várias destas regras e cabe selecionar as regras de maior grau de confiança. Podem existir regras com múltiplas associações ligadas a solicitação de reposição de lâmpadas, ou seja, 80% dos contribuintes que solicitam a reposição de lâmpadas a caminho de casa têm por objetivo inibir a ocorrência de assaltos. Analisando estas tendências se pode fazer uma ação conjunta, como por exemplo, acionando uma participação de rondas através da guarda municipal ou da polícia.

### 2.8.3.2 Algoritmo Apriori

O algoritmo Apriori executa várias passagens na base de dados de transações (Iluminação Pública), com o objetivo de encontrar os conjuntos de itens mais freqüentes, sendo que em cada um desses passos primeiramente é gerado um conjunto de itens causas (CA) e logo após percorre novamente a base de dados para verificar se a causa satisfaz o suporte mínimo estabelecido.

Na primeira passagem o suporte para cada item individual (conjunto de 1 item) é contado e todos aqueles que satisfazem o suporte mínimo são selecionados. Estes são os conjuntos de itens freqüentes.

Na segunda iteração o conjunto de 2 itens causa (CA) é gerado pela junção dos conjuntos de 1 item e seus suportes são determinados pela pesquisa no banco de dados, sendo encontrados o conjunto de 2 itens freqüentes. O algoritmo procede interativamente até que o conjunto de n itens freqüentes seja um conjunto vazio.

Este algoritmo utiliza o princípio de que cada subconjunto de um conjunto de itens freqüentes também deve ser freqüente. Esta regra é utilizada para reduzir o número de causas a serem comparadas com cada transação do banco de dados. Todas as causas geradas que contenham algum subconjunto que não seja freqüente são eliminadas.

A figura 7 representa a busca do conjunto de transações {CC, PE, PO} e três itens {ia, d, e}.

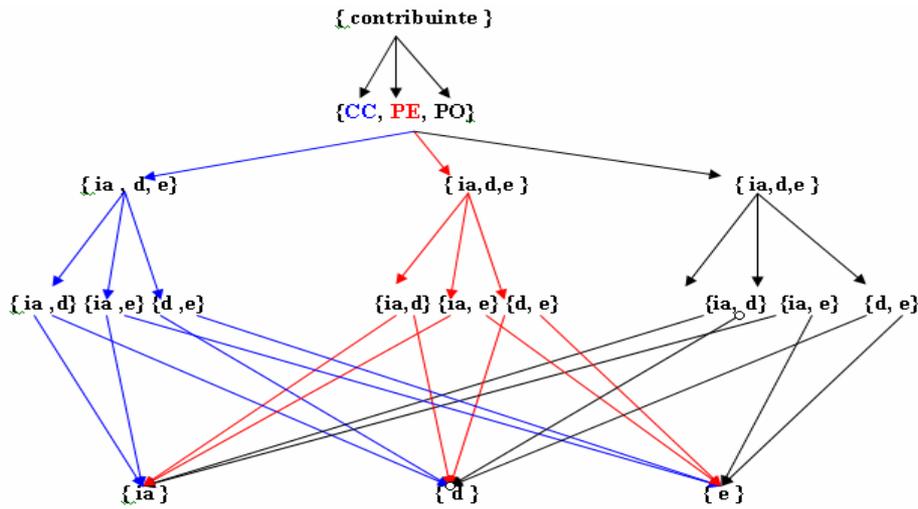


Figura 7 conjunto de transações três itens – Espaço de procura IP

### 2.8.3.3 Classificação

O método de classificação usado no processo da descoberta do conhecimento (KDD) é muito aplicado em tendências do mercado financeiro com a identificação automática de objetos de interesse em grandes bases de dados de imagem [13]. Este método de classificação é uma função de aprendizado, em que um dado é mapeado em uma das diversas classes pré-definidas [38].

Em nosso estudo podemos utilizar o processo de classificação, como por exemplo, identificar padrões de comportamento de uma classe social C, com idade superior a 50 anos em que o tipo de preocupação com relação à falta de iluminação em um local do seu bairro é o assalto a mão armada. A busca por este tipo de comportamento pode ser feita através do algoritmo Apriori ou árvore de decisão.

### 2.8.3.4 Árvore de decisão

A classificação é uma técnica que consiste no mapeamento ou pré-classificação de um conjunto pré-definido de classes e neste estudo poderemos aplicar o algoritmo de árvore de decisão. Árvores de decisão e regras que usam podas têm uma forma de representação simples, fazendo com que o modelo inferido seja relativamente fácil de ser compreendido pelo usuário. Os dados são divididos

em subgrupos com base nos valores das variáveis e o resultado obtido está contido em um conjunto de hierarquias com declarações “Se... Então” e estas declarações são utilizadas na classificação das informações contidas nos dados. Desta forma, o algoritmo de árvore de decisão expressa uma forma simples de lógica condicional buscando uma série de questões que estão escondidas em uma base de dados [51].

Em uma árvore de decisão encontramos os seguintes tipos de atributos:

Atributo denominado de decisivo, isto é, o que contém o resultado na qual desejamos encontrar.

Atributo denominado de não decisivo é aquele que contém os valores que conduzem ao processo de decisão. Neste tipo de atributo se utiliza uma fórmula matemática denominada de entropia. Na entropia é escolhido um nó inicial denominado de raiz e a partir deste nó é efetuada uma série de cálculos com o objetivo de decidir a estrutura da árvore a ser gerada e é repetido até que todos os atributos a serem processados sejam classificados. Na árvore de decisão também podemos aplicar a técnica da regressão.

#### 2.8.3.4.1 Cálculo da Entropia e do Ganho

Na distribuição de classes em uma árvore de decisão a sua representação pode ser feita em dados de probabilidades de acontecer este evento de um dado espaço de amostra (S) que pode ser vista como a solicitação de iluminação por contribuintes no parque de iluminação e o tipo de maior preocupação (assalto, drogas, estupros...) deste contribuinte na falta do ponto de iluminação. A entropia está relacionada com a probabilidade para classificar uma situação.

$$\text{Entropia (S)} = - \sum P(I) \log_2 P(I)$$

Descrição das variáveis:

P(I) é a probabilidade de ocorrer este evento, que representa a quantidade de ocorrência para cada valor possível de uma classe dividido pela quantidade total da classe. Ou seja, a quantidade de solicitações de substituição de lâmpadas queimadas

durante o dia foi num total de 100, sendo que destes, 25 contribuintes se apresentaram com uma justificativa de que a falta de lâmpadas contribuem para a ocorrência de assaltos.

$$P(I)=25/100, \text{ isto é } 25\%$$

$\log_2$  logaritmo do número com base dois

$$\log_2 P(I) = \log_2 0,25 = -0.50$$

$$\text{Entropia} = -0.25 * (-0.50);$$

$$\text{Entropia} = 0,125$$

Quanto menor a entropia, mais uniforme é a distribuição. Então a entropia mínima é igual à zero.

#### 2.8.3.4.2 Determinação do Ganho

$$\text{Ganho}(S, A) = \text{Entropia} - \sum [ ( |S_v| / |S| ) * \text{Entropia}(S_v) ]$$

$\sum$  é cada valor possível de todos os atributos A

$S_v$  é a quantidade de ocorrências de cada atributo definido por A

S é o número total de elementos da coleção (espaço da amostra). Fonte adaptada [39].

#### 2.8.3.5 Clusters (agrupamento de partição)

A análise de cluster ou segmentação é uma tarefa comum da descrição em que existe um número finito de categorias ou agrupamentos (clusters) para descrever os dados. As categorias podem ser mutuamente exclusivas e exaustivas ou consistirem em uma representação como categorias hierárquicas ou sobrepostas. O relacionamento do cluster é a tarefa de estimativa da probabilidade, que consiste em técnicas de estimativa de dados da função de probabilidade multivariada de todas as

variáveis/campos do banco de dados [38]. Um problema relacionado à clusterização em uma base de dados de Iluminação Pública, agrupa os objetos (elementos) da base de IP de modo que os objetos mais similares fiquem no mesmo cluster e objetos menos similares fiquem em clusters distintos. Na clusterização o método mais aplicado ou estudado é onde o número de clusters já é previamente definido e é conhecido como problema de K - clusterização ou como problema da clusterização (PC). Nos casos em que este número K não é conhecido previamente é caracterizado como problema de clusterização automática (PCA) [46]. Nos problemas em que K não é previamente conhecido podem ser aplicados em computação médica, biologia computacional, escalonamento de tarefas em múltiplos processadores, programação de veículos, entre outros. De um modo geral, para obtermos a solução de um problema com a aplicação do método de clusterização devemos agrupar os elementos (conjuntos) de uma base de dados, de tal forma que os conjuntos formados (clusters), representem uma configuração em que cada elemento possua uma maior similaridade com qualquer elemento do mesmo cluster.

A clusterização pode ser definida através de um conjunto com n elementos, ou seja,  $X=\{x_1,x_2,\dots,X_n\}$ . O problema da clusterização consiste na obtenção de um conjunto de K clusters,  $C=\{C_1,C_2, \dots,C_k\}$  tal que os elementos contidos em um conjunto  $C_i$  possuam uma maior similaridade entre si do que os elementos de qualquer um dos demais clusters do conjunto C.

O conjunto X pode ser definido quanto a quantidades de praças do município que estão próximas a um estabelecimento de ensino, pois é hábito a reunião de grupos de jovens para consumirem drogas no intervalo do recreio. A solução para inibir o consumo de drogas no local é a iluminação. Aplicando o problema da clusterização para obter o conjunto K clusters, C definidos como todas as praças do município, tal que a determinação do conjunto  $C_i$  é determinar esta similaridade, ou seja, próximo da escola no intervalo do recreio um grupo de jovens se reúne em uma praça na penumbra para consumir substâncias entorpecentes.

A figura 8 representa os clusters de comportamentos que podemos encontrar em ambiente(s) de áreas de lazer em um bairro próximo de escola.

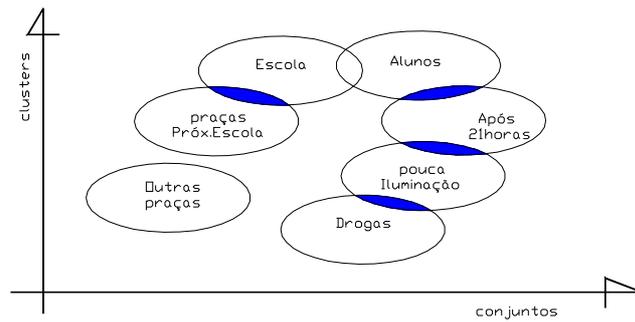


Figura 8 clusters de comportamento - adaptada [38].

### 2.8.3.6 Regra Indutiva

Uma regra é indutiva quando analisa uma série de informações no banco de dados e a partir desta análise poderá fornecer padrões. O sistema indutivo cria hipóteses que poderão conduzir a determinados padrões. O processo de aplicação da regra indutiva é semelhante ao que o analista faria em uma análise exploratória.

Podemos aplicar a regra de indução ao sistema de iluminação pública relacionado com a situação socioeconômica em que o contribuinte está solicitando a reposição de lâmpada em frente ao seu estabelecimento comercial, pois lâmpada acesa inibe-furto.

**SE contribuinte = Estabelecimento comercial**

**Lâmpada \_acesa=inibe\_furto**

**contador**

**ENTAO**

**Faça estatística**

**%=contador/total \_ contribuintes**

Após esta análise direta ao banco de dados podemos concluir no final se este percentual serve como padrão, ou se for muito baixo podemos excluí-lo como um padrão de comportamento desta região ou deste local específico. Na indução de regras podemos utilizar o algoritmo Apriori para induzir as regras que satisfaçam uma cobertura mínima e que tenha uma complexidade limitada.

### 2.8.3.7 Estimativa (Regressão)

A estimativa é usada para definir um valor para alguma variável contínua desconhecida, como por exemplo, receita, altura ou saldo de cartão de crédito [58].

Portanto, tanto a classificação, quanto a estimativa lida com resultados discretos. A estimativa pode ser usada para executar uma tarefa de classificação, convencionando-se que diferentes faixas (intervalos) de valores correspondam a diferentes classes. A regressão é aprender uma função para o mapeamento de um item de dados para uma variável de predição real estimada [13]. Como exemplos de tarefas estimativas têm-se [13][58] :

- ✚ Estimar o número de filhos de um casal;
- ✚ Renda familiar;
- ✚ Estimar a probabilidade de um paciente morrer, com base nos diagnósticos;
- ✚ Prever a demanda de um consumidor para um novo produto.

No parque de iluminação pública pode-se prever a demanda de solicitações de reposição de lâmpadas de um determinado período, bem como a demanda de lâmpadas que podem ser substituídas neste período. Para a estimativa de substituição de lâmpadas deve-se levar em conta a potência tratada individualmente, ou seja, se estima uma quantidade maior de lâmpadas de 250W do que de 70W, pois no parque do município a quantidade maior de lâmpadas instaladas é de 250W.

### 2.8.3.8 Sumarização

A tarefa de sumarização envolve métodos para encontrar uma descrição compacta para um subconjunto de dado. Como exemplo de sumarização pode ser tabulado o significado e o desvio padrão para todos os itens de dados. É o método de busca que faz a descrição compacta de um conjunto de dados. A sumarização é utilizada para análise exploratória de dados e criação de relatórios de maneira automática [13].

### 2.8.3.9 Síntese das principais tarefas da MD

Na tabela 9 foi feita uma síntese das principais tarefas da mineração de dados, com a possibilidade de aplicação no estudo da iluminação pública eficiente e incluindo os parâmetros socioeconômicos.

TAREFA	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Classificação	Construção modelos, dados não classificados. Objetivo - Classificar	Identificar melhor forma de tratamento
Estimativa (regressão)	Utilizado para definir valor de variável desconhecida.	Estimar o número de filhos, Estimar demanda solicitação reposição Iluminação Pública
Associação	Utilizada para determinar quais itens tendem a ocorrerem.	Quais os produtos que costumam ser adquiridos nos supermercados
Segmentação (clusterização)	Partição de uma população em vários grupos	Agrupar contribuintes com uma mesma preocupação de falta Iluminação
Sumarização	Método para encontrar uma descrição compacta de subconjunto de dados.	Tabular o desvio padrão para todos os itens de dados.

Tabela 9 – Tarefas realizadas por MD adaptada [49]

### 2.8.3.10 Técnicas de Mineração de Dados

Na tabela 10 podemos visualizar as principais técnicas da mineração de dados incluindo o modelo de algoritmo a ser empregado em cada tarefa, bem como a descrição de cada técnica.

TÉCNICA	DESCRIÇÃO	TAREFAS	EXEMPLOS
Associação	Estabelece uma correlação estatística	Associação	Apriori
Árvores decisão	Separação de classes e subconjuntos	Classificação Regressão	ID3 C4.5
Raciocínios base casos	Combina e compara atributos	Classificação Segmentação	Clique Agrawal et al
Redes Neurais	Modelos inspirados na fisiologia do cérebro	Classificação Segmentação	Rede RBF
Algoritmos Genéticos	Métodos gerais de busca e otimização	Classificação Segmentação	Algoritmo genético simples

Tabela 10 – Aplicação das técnicas de MD adaptada [49]

### 2.8.3.11 Rede Bayesiana

É uma técnica que permite analisar grandes quantidades de dados e tem a capacidade de prever o comportamento de um sistema e fazer o diagnóstico das causas de um fenômeno, lidando este método com probabilidades condicionais.

A probabilidade permite a quantificação da incerteza que será aferida através de um valor numérico real entre o valor zero, isto é, plena certeza de que não vai ocorrer 1 (um) e plena certeza de que ocorrerá [63] em um espaço de amostra, que é caracterizado como o conjunto de todos os possíveis resultados, relativos ao comportamento de uma variável aleatória. O evento é um subconjunto do espaço amostral em que é possível se estimar a chance de um determinado achado científico.

A probabilidade condicional é aquela que quando a probabilidade de um evento B depende da ocorrência de A, ou seja, teremos a probabilidade de B condicionada a probabilidade de A. Em outras palavras a probabilidade condicionada ocorre quando já possuímos um histórico antes, dependendo desta forma da probabilidade anterior.

O Teorema de Bayes foi sugerido através da probabilidade de um evento em que não se possa medir a frequência com que ocorre, mas pode-se estimar a probabilidade com base em um conhecimento anterior. A estatística Bayesiana passou a ser aplicada em sistemas de inteligência artificial (IA) no início dos anos 60 [62].

O Teorema de Bayes é usado na inferência estatística para atualizar estimativas da probabilidade de diferentes hipóteses, sejam verdadeiras, baseadas nas informações e no conhecimento de como estas observações se relacionam com as hipóteses. Este teorema é largamente aplicado em diversas áreas como na medicina e sistema de informação. Na informática muitos dos sistemas de classificações automáticas são baseados neste teorema e sua aplicação está diretamente ligada à mineração de dados. A equação do Teorema de Bayes é dada pela fórmula:

$$P(B/A) = P(A/B) P(B) / P(A)$$

A rede Bayesiana também denominada de redes probabilísticas ou de modelos gráficos é uma forma da descrição concisa da distribuição de probabilidades conjuntas. Ela é definida por um grafo dirigido acíclico, em que cada nó representa uma variável aleatória associada e cada uma dessas variáveis possui uma matriz de probabilidades condicionadas, especificando a sua probabilidade dada à combinação de cada uma das probabilidades das variáveis pais. Um grafo parte qualitativa de uma rede bayesiana direcionado acíclico contém as seguintes propriedades [65].

- ✚ Um conjunto de variáveis são os nós da rede;
- ✚ Um conjunto de arcos ou setas conecta pares de nós. O significado intuitivo de um arco do nó X para um nó Y e X tem influência direta sobre Y;
- ✚ Cada nó tem uma tabela de probabilidade condicional, que faz a quantificação que os pais têm sobre os nós (filhos). Os pais de um nó são todos aqueles nós que têm setas apontando para ele;
- ✚ O grafo não possui círculos dirigidos. Desta maneira os grafos são acíclicos orientados e dirigidos.

Na figura 9 podemos visualizar uma estrutura de rede Bayesiana.

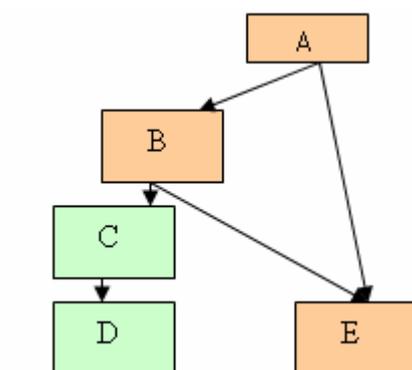


Figura 9 Estrutura de uma rede Bayesiana [49]

As redes bayesianas são compostas por duas partes principais que são:

- ✚ Parte qualitativa
- ✚ Parte quantitativa

A parte qualitativa é um modelo gráfico, grafo acíclico por não ligar saída de um nó a sua própria entrada e direcionado.

Na figura 10 poderemos visualizar um modelo qualitativo de uma rede bayesiana em uma concessionária de energia elétrica em que possui três tipos de consumidores: consumidor residencial, consumidor comercial e consumidor industrial. Cada consumidor tem uma determinada demanda de energia elétrica mensal. No final do período poderemos identificar o percentual de consumidores que tenham as demandas D1, D2, D3 e D4.

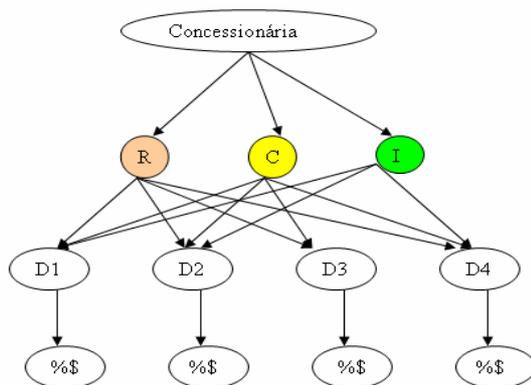


Figura 10 Estrutura Bayesiana qualitativa

A parte quantitativa é formada pelo conjunto de probabilidades condicionais e totais a priori associadas aos nós e arcos existentes na parte quantitativa [49].

As redes bayesianas são consideradas diagramas que possibilitam o conhecimento em uma dada área, quando mapeadas suas causas e efeitos utilizam a teoria das probabilidades. Como os números são partes integrais de uma Rede Bayesiana, suas inexatidões influenciarão as respostas da rede. Experiências com processo de construção de Redes Bayesianas, para vários domínios de aplicação, têm estabelecido um consenso que a estrutura gráfica de uma rede é a parte mais importante da mesma, pois ela reflete as independências e os relacionamentos mais relevantes entre as variáveis, sendo estas as propriedades qualitativas mais importantes de um domínio em estudo e as inexatidões influenciarão as respostas da rede. É importante salientar, que uma solução pode ser dita “robusta” quando a mesma é submetida a ruídos. Uma rede pode ser submetida a uma análise de sensibilidade e uma análise de incerteza e em geral, a análise de sensibilidade de um modelo matemático tem como objetivo investigar os efeitos da inexatidão das probabilidades do modelo sobre as suas respostas, simplesmente pela inserção de

uma variação nos valores das probabilidades [75]. A análise da incerteza de uma Rede Bayesiana consideravelmente grande na área médica tem oferecido evidências de que Redes Bayesianas podem ser altamente insensíveis para a inexatidão dos números da parte quantitativa da rede.

Para fazer a análise da relevância das variáveis armazenadas na base de dados faz-se necessário o uso de vários recursos da Estatística. A Estatística é a ciência que dispõe de processos apropriados para escolher, organizar, classificar, apresentar e interpretar conjuntos de dados, ou seja, a Estatística é capaz de oferecer técnicas para extrair informações de dados que, geralmente, são incompletos [63].

O conhecimento de uma Rede Bayesiana após definida pode ser extraído através do processo chamado inferência que são divididos em métodos exatos, métodos aproximados e métodos simbólicos [75].

Várias mudanças vieram com a tecnologia, sendo que uma delas refere-se ao aumento da importância da informação no mundo científico e comercial. A informação tornou-se um grande diferencial, auxiliando, por exemplo, no caso de uma empresa, desde a tomada de decisão até a descoberta de fraudes ou perfis de consumidores sendo objetivo de estudo adequar o tipo de inferência de rede bayesiana na extração de padrões usando os algoritmos de Redes Bayesianas disponíveis.

#### 2.8.3.12 Modelo de Processo CRISP-DM

O modelo do processo CRISP-DM ( Cross Industry Standard Process for Data Mining), define um processo de mineração de dados não linear [60], conforme detalhamento da figura 11.

Neste modelo o ciclo de vida do projeto de mineração de dados consiste de seis fases interativas. As seqüências destas fases não são rigorosas, dependem do resultado de cada fase ou de qual tarefa particular de uma fase que precisará ser executada na próxima fase. As setas indicam as dependências mais importantes e freqüentes em cada fase. O círculo externo na figura simboliza a natureza cíclica da mineração de dados. Um processo de mineração de dados continua após uma solução ter sido descoberta e os processos de mineração de dados subsequentes se

beneficiarão das experiências anteriores. Na figura 11 podemos visualizar a metodologia CRISP – DM.

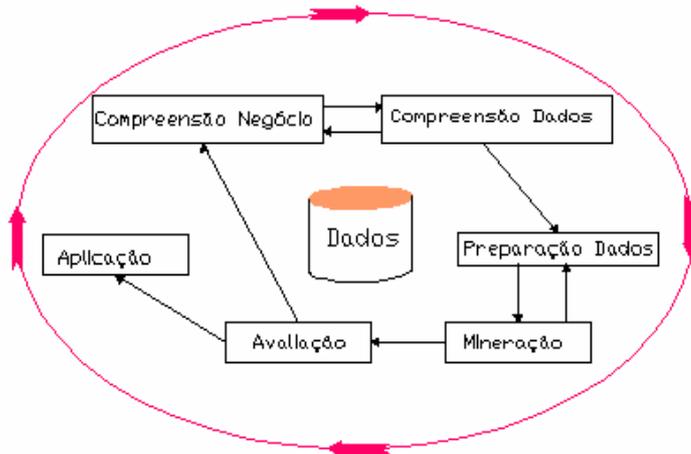


Figura 11 – Metodologia CRISP –DM [60]

A fase inicial do processo que corresponde a compreensão do negócio (Business Understanding) visa o entendimento dos objetivos do projeto e dos requisitos sob o ponto de vista do negócio. Com base no conhecimento adquirido, o problema de mineração de dados é definido em um plano preliminar e é projetado para ativar os objetivos.

A segunda fase de compreensão dos dados inicia com uma coleção de dados e procede com atividades que visam buscar familiaridade com os dados, identificar problemas de qualidades de dados e descobrir os primeiros subconjuntos interessantes para formar hipóteses da informação escondida.

A terceira fase que é a preparação dos dados, cobre todas as atividades de construção do dataset final. As tarefas de preparação de dados podem ser desempenhadas várias vezes e não em qualquer ordem determinada. Nestas tarefas estão incluídas as seleções de tabelas, registros e atributos, bem como transformação e limpeza dos dados para as ferramentas que serão usadas para a modelagem.

Na quarta fase, que é identificada como sendo a modelagem dos dados, existem várias técnicas de modelagem que podem ser selecionadas e aplicadas e os seus parâmetros são ajustados para valores ótimos. Como existem várias técnicas para o mesmo tipo de mineração de dados e algumas têm requisitos específicos e em

muitas situações retornar a fase de preparação dos dados se faz muitas vezes necessário.

A quinta fase denominada de avaliação, o modelo(s) desenvolvido na quarta fase (MD) é avaliado e são revistos os passos executados na sua construção para se ter certeza de que o modelo representa os objetivos do negócio. O objetivo é determinar se existe alguma questão de negócio importante que não foi suficientemente considerada. É uma fase em que uma decisão sobre o uso dos resultados de mineração de dados deverá ser alcançada.

A sexta fase é considerada a fase da aplicação, isto após o modelo ser construído e avaliado podendo ser usado na forma em que o analista fizer sugestões das ações a serem tomadas se baseando na visão do modelo, ou na forma em que o modelo pode ser aplicado a diferentes conjuntos de dados.

Aplicando o algoritmo Crisp-Dm em informações fornecidas pelo IBGE, por amostra de domicílios em um determinado ano se tem por objetivo a determinação de informações socioeconômicas do Brasil. Os dados podem ser do tipo educação (escolaridade), rendimento, tipo de atividade, sexo, raça (branca, parda, negra) e idade. Este estudo pode ser aplicado para atividade caracterizada como comercial. Após carregar estas informações para um software que execute este tipo de mineração, o próximo passo é escolher um tipo de estatística que forneça informações a respeito das regiões do Brasil, no tocante a atividade comercial. Em síntese, de acordo com as regras mencionadas, o algoritmo no final poderá fornecer informações importantes referentes à diversificação quanto à raça e escolaridade de determinado Estado [48].

#### 2.8.3.13 Data Warehouse

É uma técnica utilizada para a recuperação e integração de dados históricos a partir de fontes distribuídas e possivelmente heterogêneas. Esta grande quantidade de dados armazenados é chamada de Data warehouse e estes dados são sumarizados e organizados em dimensões, disponibilizando-os para consulta e análise através de aplicações OLAP (On-line Analytical processing) e de sistema de suporte a decisão. Esta grande quantidade de dados que são armazenados durante os anos com referência ao sistema de iluminação é importante, pois são informações

que podem mostrar uma perspectiva a longo prazo, fornecer tendência quanto ao consumo de energia, histórico do parque de iluminação, custos com a manutenção, custos com vandalismo e depredações, expansão de pontos de iluminação. A característica principal do Data Warehouse é a integração de dados vindos de várias fontes diferentes.

Um dos pontos principais do Data Warehouse é que os dados devem ser selecionados, padronizados e logo após transferidos para um novo ambiente atendendo o padrão de modelagem. Desta maneira podemos dizer que os dados armazenados no Data Warehouse são para todos os propósitos práticos, uma longa série de visões do banco de dados, que podem ser analisadas ao longo do tempo e estes documentos armazenados não sofrem alterações, sendo, portanto um ambiente de carga.

O desenvolvimento de sistema de Data Warehouse vem se tornando área de estudo e aplicação nas empresas. A possibilidade de acessar informações confiáveis com boa velocidade e garantia de qualidade de dados está cativando as organizações que cada vez mais necessitam de um controle mais correto dos dados sem depender de intermediários para poder tomar suas decisões. Através do uso de diversos recursos de extração e gerenciamento dos dados, a tecnologia de DW permite que um grande número de usuários possa realizar inferências em um ou mais bancos de dados modelados de uma forma especial, que agiliza o acesso às informações e também permite a formulação de consultas definidas a qualquer momento com um simples movimento de arrastar e soltar objetos em interface gráfica.

As técnicas da modelagem dimensional, quando aplicadas de forma correta, garantem que o projeto do Data Warehouse reflita a forma de pensar dos gerentes e possa ser utilizado para atendê-los. A modelagem de uma Data Warehouse normalmente utiliza uma abordagem diferente de entidade-relacionamento. O modelo dimensional (multidimensional) representa os indicadores importantes para a área de negócios de fatos (métricas) e os parâmetros são chamados de dimensões através dos quais estes fatos são vistos.

A modelagem do Data Warehouse do tipo “star scheme” pode ser representada na figura 12, em que combina fatos com dados históricos temporais[73].

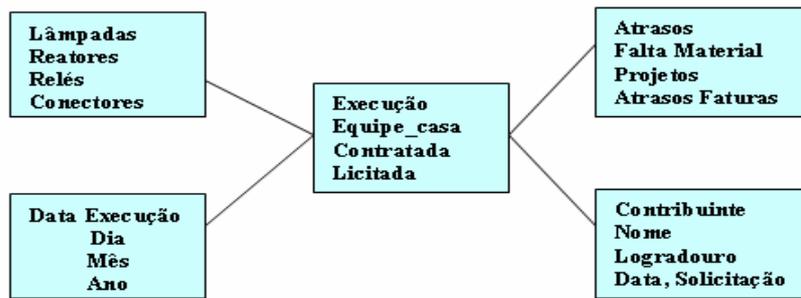


Figura 12 Modelagem dimensional star scheme adaptada [73]

Na figura 12 está representado um esquema para um processo de solicitação de um contribuinte, em que a tabela central esta caracterizada como uma tabela de execução (fato) e as tabelas no entorno são as dimensões indicando a solicitação do contribuinte. A tabela dos materiais envolvidos e o histórico do evento têm a referência se foi executado com rapidez ou se ocorreram atrasos no pagamento, por motivo de problemas na licitação, problemas relacionados com aprovação de projetos, etc.

Através das especificações das tabelas se torna mais fácil para a definição da granularidade destas informações representadas na tabela de execução (fato). A seleção dos fatos para compor o modelo do Data Warehouse pode ser simples, desde que possa ser respondida claramente a questão que estamos avaliando. Na tabela central as métricas podem ser sumarizadas com a quantidade de solicitações atendidas pelas equipes da casa, equipes contratadas ou até mesmo obras licitadas.

Apesar dos dados serem armazenados segundo a granularidade, muitas das consultas necessitam de informações sumarizadas ao longo das dimensões, permitindo uma visão do histórico do fato. Porém são considerados de nível básico e se quisermos um maior detalhamento nas informações todo o processo se tornará lento diminuindo o seu desempenho. Desta forma, teremos que dividir a consulta em agrupamentos mais freqüentes, além de muitas características complexas dos dados ficarem ocultas e este processo de extração contar com várias dificuldades operacionais. Para minimizar todo este processo os dados devem passar por uma transformação, ou seja, transformar as entidades obtidas em novas composições de entidades requeridas para o processo de informação relevante a supervisão.

**Também os dados podem ser enriquecidos com informações do IBGE, quanto às informações da região (econômicas) ou até mesmo com dados sociais (classe social, escolaridade), sendo útil se fazer uma análise de comportamento de bairro ou da vila se baseando no histórico daquele período. É um processo que envolve alguma complexidade e se não for bem definido e com algum cuidado pode levar a introdução de erros, comprometendo o processo de tomada de decisão.**

## Capítulo 3

### 3-Aspectos e parâmetros Sócios comportamentais

#### 3.0 Influência da iluminação pública na diminuição de acidentes

Será realizado um estudo sobre a importância da iluminação pública no sentido de diminuir o índice de acidentes e identificar as causas principais de acidentes em horários noturnos e através destes identificadores proporcionarmos ações para evitar ou diminuir o índice de acidentes que possam ser ocasionados pela deficiência do sistema de iluminação. Está inserido neste contexto o observador, considerando a acuidade visual e a sua capacidade de reação e fadiga. Embora os fatores mais reconhecidos como causas de acidentes de trânsito sejam ocasionados pela velocidade e ingestão de álcool, no entanto a desatenção, a fadiga e a sonolência são considerados como grandes contribuintes.

A dificuldade de manter-se em estado de alerta diminuindo a capacidade de monitorar os eventos que o rodeia, a relação entre os distúrbios do sono e acidentes veiculares, resposta reativa e a performance na direção, são consideravelmente diminuídas durante a noite [41]. Desta forma, a luz é um fator de segurança essencial para vermos e sermos vistos seja com luz natural ou artificial e uma boa iluminação pode contribuir para minimizar a ocorrência de acidentes nas via urbanas.

O estudo ressalta a importância da iluminação para a segurança pública sendo uma preocupação não somente em nível municipal, mas também dos Estados e da União. A Iluminação Pública é um dos itens apontados que contribui para a segurança pública, pois ajuda na diminuição da violência urbana [77]. A Cidade de Belo Horizonte diminuiu o índice de criminalidade e violência em 17% após a implantação da troca de 70% do sistema de iluminação pública e estudos apresentados pela Eletrobrás mostram que a iluminação aumentou a sensação de segurança em 85% dos entrevistados [34].

A falta de iluminação é outro fator que contribui para o consumo ou comércio de drogas nas cercanias de escolas [57]. O gerenciamento da iluminação pública em um município tem auxiliado na diminuição de focos de violência com a participação da Brigada Militar e da Secretaria de Segurança Pública que utilizam

ação operacional por software com plataformas de programas que visam auxiliar no combate a violência.

### 3.1 Fatores inseridos no ambiente

#### 3.1.1 Efeito da arborização no entorno dos logradouros

As ruas arborizadas causam enormes problemas à noite, pois dificultam a iluminação. Muitas vezes os pontos de iluminação ficam acima das copas das árvores, que devem ser podadas com frequência para não diminuir o alcance da luminosidade e causar enormes transtornos inibindo o lazer noturno e a circulação de pessoas nestas ruas, pois com iluminação deficiente se restringe a saída de moradores. Nestas circunstâncias é aconselhável remanejar as luminárias, o que muitas vezes se torna complicado, ou simplesmente instalar uma posteação mais baixa e com menores espaçamentos entre os postes. Desta maneira estaremos garantindo a iluminação tanto para os motoristas como para os pedestres.

### 3.2 Roubos de Veículos no Brasil

Os roubos de veículos no Brasil estão crescendo a cada ano como pode ser visualizado na tabela 11, com destaque para o nosso Estado que é o terceiro no ranking nacional.

ESTADOS	SP	RJ	RS	MG	PR	DF	PE	SC	GO	CE
ROUBOS/FURTOS	112.304	20.866	11.667	8.276	6.023	4.263	3.571	3.050	2.462	1.736

Tabela 11 Roubos de veículos em 2001 [72]

Em 2005 o quadro não se alterou com relação a roubo de veículos nos três principais estados do Brasil. No Rio Grande do Sul um em cada dez automóveis, caminhões e motos foram furtados ou roubados neste ano.

A frota no Estado é de 3,6 milhões de veículos, no entanto o Estado de Minas Gerais que possui uma frota superior, ou seja, 4,1 milhões de veículos ocupam o quarto lugar nesta estatística. A polícia, as seguradoras e as revendedoras de veículos entendem que as hipóteses mais prováveis para o crescente roubo de veículos é por que o Estado do Rio Grande do Sul faz fronteira com o Uruguai e Argentina facilitando a ação dos criminosos e por localmente existir uma grande quantidade de ferros velhos que fazem à comercialização de peças dos veículos. No ano de 2005 entre roubos e furtos foram registrados no Estado que 30,5 mil veículos sofreram ações dos criminosos os quais correspondem a 0,84% da frota do Estado [72].

Nas ocorrências policiais sobre furtos de veículos o percentual pode chegar a 30% de esses eventos criminosos acontecerem durante o horário noturno, principalmente com ação de roubo seguido de assalto. Desta maneira, se justifica a preocupação dos contribuintes de terem uma boa iluminação no logradouro, pois podem visualizar a presença de pessoas suspeitas nas proximidades.

### 3.3 Segurança Pública

Neste capítulo é realizado um estudo que ressalta a importância da iluminação pública para a segurança pública sendo uma preocupação não somente em nível municipal, mas também dos Estados e da União. A Iluminação Pública é um dos itens apontados que contribuem para a segurança pública, pois ajuda na diminuição da violência urbana.

#### 3.3.1 Segurança nos centros urbanos

O Brasil é um dos países com maior índice de violência nos grandes centros urbanos e com grande contingente populacional vivendo nas periferias dos municípios, habitando em condições subumanas, que sofrem pela falta de políticas sociais e de desenvolvimento. Em 2006 estima-se um total de 200 mil brasileiros assassinados e em torno de 160 mil mortos no trânsito, estes custos da violência, terão alcançados parâmetros do Banco Mundial uma soma assombrosa de 500 bilhões de reais, quase um terço do PIB brasileiro [42]. Este impacto torna-se

evidente com todos estes custos comprometendo o desenvolvimento do país, necessitando de políticas sociais sérias.

### **3.3.2 Comércio de rede elétrica e de equipamentos de Iluminação Pública**

Outro problema de destaque nacional está relacionado com o furto de rede elétrica, cabos telefônicos e cabos da rede de iluminação pública e seus equipamentos. Já se tornou rotina os departamentos de manutenção de iluminação pública terem que em situações emergenciais energizar o sistema de iluminação de túneis, viadutos e áreas de lazer, porque os cabos foram furtados. É muito comum nas capitais brasileiras e até mesmo em cidades de porte médio se visualizar a rede que usualmente e por normas brasileiras são protegidas mecanicamente por tubulações em viadutos. No entanto, para evitar os furtos nestes locais os departamentos técnicos expõem os cabos fixados externamente na altura dos postes para evitar o furto. Em outras situações mais críticas, a rede de iluminação foge totalmente às normas da ABNT, concretando os cabos sem nenhuma proteção, mas unicamente com o escopo de se evitar o furto nestes locais. Nos orçamentos plurianuais das prefeituras é acrescido o item vandalismo e furtos na rede de iluminação pública e estima-se que o custo em reposição por estes atos ilícitos está na ordem de 30% a 40% do investimento anual em iluminação pública. A causa desse comércio ilícito é muito abrangente, pois é um histórico já de alguns anos no Brasil. Tem-se feito muito pouco a este respeito, apenas são estudados nos departamentos de iluminação os pontos críticos, mapeado os locais com maior incidência destes atos e utilizando artifícios fora das normas brasileiras. O que se sabe é que existem compradores deste tipo de material e parece ser uma rede organizada nacionalmente e que recebe este material em vários pontos do território brasileiro, mas o fato é de que esta rede está bem organizada, pois este problema já nos acompanha há décadas e sem solução até o presente momento.

### **3.3.3 O crime e a violência em projetos urbanos**

Por toda a América Latina há exemplos de crime e de violência que afetam a implantação de projetos urbanos, que visam à melhoria das favelas, o fornecimento

de água e eletricidade, serviços de saúde e educação e projetos integrados de urbanização. Por exemplo, o programa Favela – Bairro, no Rio de Janeiro, enfrentou oposição ativa – inclusive sofreu sabotagem de gangues e do crime organizado em certas comunidades. Se por um lado a melhora na infra-estrutura e a integração das comunidades são prioridades para quem as habita, tais mudanças poderiam ameaçar o poder de organizações criminosas sobre as comunidades e facilitar o acesso a agentes estatais inclusive a polícia [43]. No entanto, se fizermos uma reflexão, iremos perceber que este problema não se manifesta somente no Rio de Janeiro, mas nas grandes capitais brasileiras em que em um determinado local os mandantes da comunidade estão muito ligados ao crime organizado, deixando os moradores sempre como reféns. Neste aspecto podemos inserir as dificuldades de se manter uma boa iluminação nestes locais críticos, pois não faz parte do interesse desta minoria, mesmo que grande parte da comunidade perca.

### 3.3.4 Parcerias com a participação comunitária

Participação comunitária é geralmente feita através do líder comunitário e este tem um envolvimento real com as pessoas, quanto ao planejamento e implementação dos projetos que venham beneficiar de um modo geral a todos. É neste sentido que a manutenção parcial da iluminação é essencial nestes pontos críticos, isto é, além do envolvimento do líder, também está envolvido os interesses da comunidade, com a anuência do grupo dominante. A participação comunitária tem sido vista como um mal necessário, que toma muito tempo e consiste da consulta de todas as partes interessadas, para que todos, de um modo geral, sejam beneficiados.

### 3.3.5 Prevenção do crime através do mapeamento

Esta noção de que o ambiente físico pode aumentar ou diminuir as oportunidades para os crimes não é nova. Há décadas ela já vem sendo estudada em vários países. Existe um consenso geral de que se o ambiente for planejado e gerenciado, a incidência de certos crimes pode ser reduzida. O ambiente pode ter um papel significativo em termos de influenciar as percepções de segurança,

enquanto outros podem induzir o medo mesmo em baixas taxas de criminalidade.

Estas características físicas podem ser obtidas através da Secretaria do Urbanismo ou através da Polícia e serem explícitas quanto:

- ✚ A violência ocorre em níveis moderados, com ferimentos e ocasionalmente mortes;
- ✚ Assalto ocorre em níveis moderados, altos níveis de medo;
- ✚ Roubos de carros com altos níveis por toda a comunidade;
- ✚ Violência sexual em níveis moderados (estupros), com altos níveis de medo;
- ✚ A prostituição ocorre em níveis moderados;
- ✚ O comércio de drogas com altos níveis por toda a comunidade;
- ✚ Roubos a residências e seqüestros relâmpagos.

Os resultados de impactos no sentido de diminuir estas transgressões sociais evidentemente passam por ações municipais, estaduais e federais. No entanto, o que se observa com relação à iluminação pública é que se trata de um benefício para o bem estar noturno fazendo com que haja inibição destas ações criminosas.

### 3.3.6 Sistema de avaliação e controle da criminalidade em ambiente urbano

O sistema terra view é um software que utiliza o geoprocessamento como uma ferramenta de controle e também de otimização dos recursos públicos, implantado em algumas capitais no Brasil e em algumas cidades no interior pela polícia.

Como muitas vezes o volume de informação é muito grande pode inviabilizar na tomada de decisão a cerca de um evento. Neste sentido, que a polícia tem o auxílio do geoprocessamento unindo fatores importantes para uma decisão mais acertada, principalmente, porque o Geographic Information System (GIS) utiliza-se de técnicas de análise estatística espacial na elaboração de diagnósticos da dinâmica da criminalidade. Constituindo ferramenta fundamental para o desenho de políticas

de segurança pública e estratégias de ação operacional nos níveis geográficos mais diferenciados, como ruas, bairros, municípios, estados, regiões geográficas. O Brasil orienta o processo de distribuição de recursos de segurança pública e empresta foco e agilidade à ação policial.

Algumas das principais contribuições que os sistemas de informação geográfica podem contribuir à área de segurança pública são como um instrumento de:

- ✚ **Gestão policial para ações preventivas, dissuasórias e repressivas;**
- ✚ **Ampliação da segurança no trabalho policial;**
- ✚ **Suporte para implementação de políticas de policiamento e operações focalizadas;**
- ✚ **Avaliação dos resultados obtidos;**
- ✚ **Monitoramento e acompanhamento das ações policiais.**

O Terra Crime é um software livre que atua como uma ferramenta que auxilia as atividades de controle e avaliação da criminalidade em ambiente urbano. Seus principais objetivos são:

- ✚ **Constituir um mecanismo de fácil visualização de dados geográficos com recursos de consulta para estes dados;**
- ✚ **Implementar funções de análise espacial de dados, em particular, o Mapa de Kernel.**

### **3.3.6.1 Atuação do Sistema de Mapeamento no Município**

O Sistema de mapeamento nos municípios tem como principais finalidades:

- ✚ **Identificação do grau de correspondência entre a criminalidade e a ordem pública com fatores relacionados à infra-estrutura urbana e características socioeconômicas da população;**
- ✚ **Avaliação das ações dos órgãos públicos municipais e demais setores da sociedade civil organizada no controle e prevenção da criminalidade;**

- ✚ Levantamento preliminar das cidades que possuem bases de dados cartográficas digitais. Foram enquadradas 35 cidades no Brasil que possuem bases de dados cartográficas digitais e que poderão se beneficiar da utilização do software livre denominado “Terra Crime”.

Como exemplo da aplicabilidade destas atuações se tem a distribuição de ocorrências em Porto Alegre indicando na tela de visualização da rua e “Zoom” alguns delitos mais frequentes.

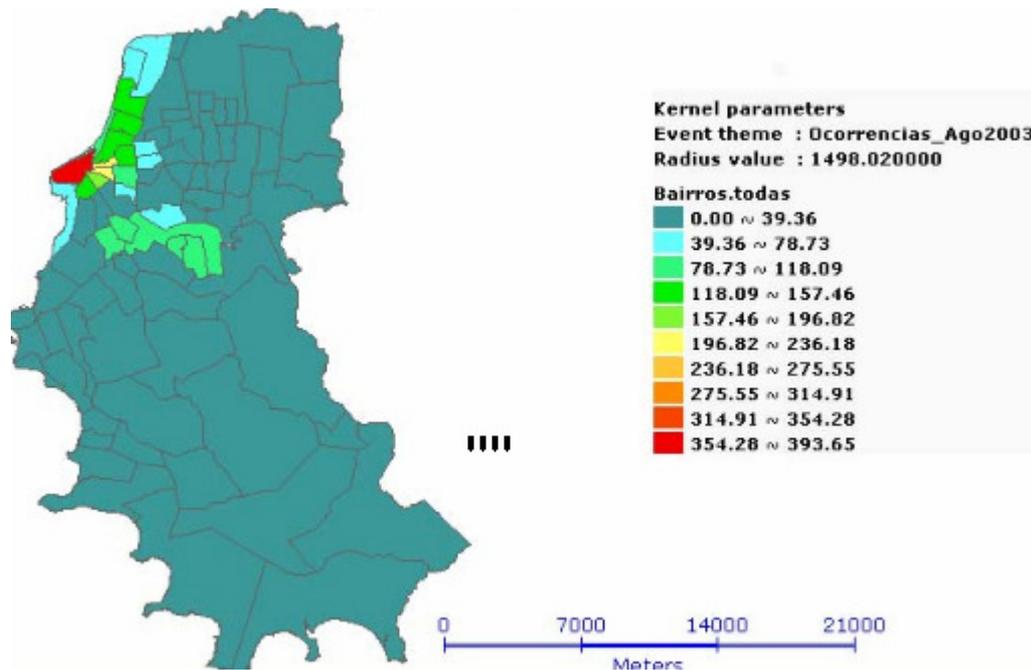


Figura 13 Mapa da violência dados programa terra crime [55]

### 3.3.7 Estatísticas e dados sobre violência

A análise das ocorrências policiais registradas em todo o Brasil, nos anos de 2004 e 2005, evidencia que os crimes contra o patrimônio continuam sendo os mais frequentes que os demais crimes analisados. No ano de 2005 a chance de uma pessoa ser vítima de roubo foi de 23 vezes superior do que de ser vítima de um homicídio doloso. Os crimes violentos contra o patrimônio e os delitos envolvendo drogas passam por um período de incremento, enquanto que os delitos de trânsito passam por um período de redução significativa. Por outro lado, os roubos tiveram aumento significativo, conforme podemos visualizar na tabela 12.

Indicadores Criminais	2004		2005	
	ocorrências	Taxa 100. 000 hab	ocorrências	Taxa 100. 000 hab
Crimes violentos letais intencionais	43.044	24.0	43.847	23.8
Crimes violentos não letais contra pessoa	60.931	34.0	63.656	34.6
Crimes violentos contra patrimônio	907.571	506.7	942.687	511.8
Delitos de trânsito	339.703	189.7	323.232	175.5
Delitos envolvendo drogas	84.364	47.1	89.261	48.5
Homicídio doloso	40.240	22.5	40.845	22.2
Tentativa de homicídio	35.279	19.7	35.739	19.4
Lesão corporal	677.312	378.2	722.202	392.1
Estupro	14.719	16.2	15.268	16.3
Atentado Violento ao pudor	9.840	5.5	10.806	5.9
Extorsão mediante seqüestro	455	0.3	651	0.4
Roubos	907.116	506.5	942.036	511.5
Furtos	2.156.812	1.204,20	2.152.681	1.168,80

Tabela 12 – Ocorrências registradas pelas policias civis - adaptada [54]

### 3.3.8 Estudos nos Estados e Municípios

As polícias civis registraram 43.044 ocorrências de crimes violentos letais intencionais em 2004 e 43.847 ocorrências em 2005. Segundo estes estudos são compostos pela agregação dos homicídios dolosos, lesões corporais seguidas de morte e roubos seguidos de morte conforme gráfico 3. Os homicídios dolosos correspondem a 93,5% dos crimes violentos letais e intencionais.

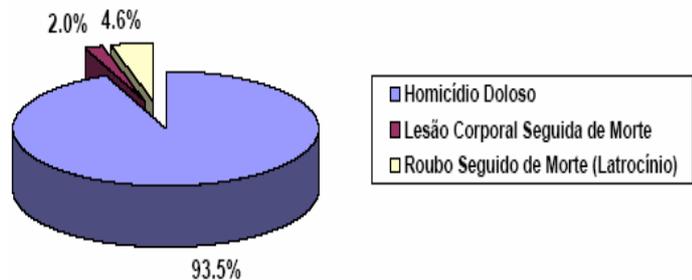


Gráfico 3 Ocorrências policiais nos Estados e Municípios[54]

Comparativamente a análise da evolução mensal de incidência, com base na média móvel (cálculo com base na soma das ocorrências do mês em questão, dois meses anteriores e dois meses consecutivos, dividido pelo número de meses calculados) dos crimes violentos letais e intencionais, entre janeiro de 2004 e março

de 2005, o primeiro semestre de 2004 e o segundo semestre de 2005 compreenderam meses com o menor índice de incidência. No entanto, no período que compreende o mês de outubro de 2004 a maio de 2005 registrou-se o maior número de ocorrências, como podemos visualizar no gráfico 4 a densidade de ocorrências policiais:

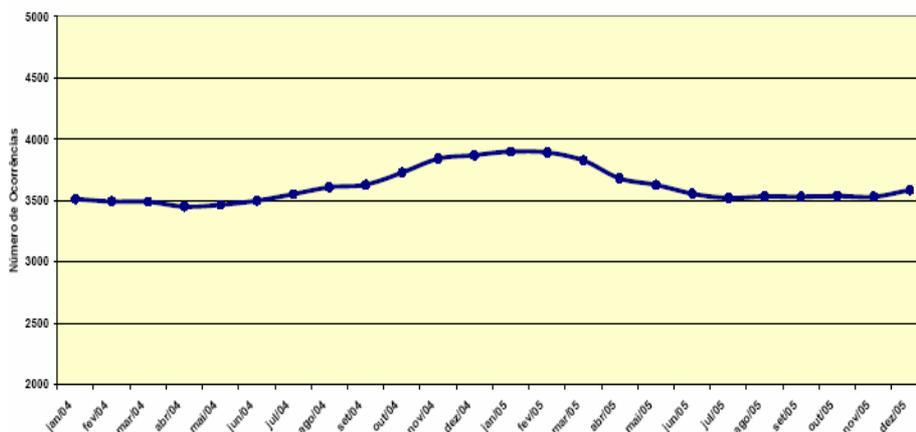


Gráfico 4 – densidade de ocorrências: 2004-2005 [54]

O gráfico 5 mostra que o percentual de estupros no Brasil é alto, porém o percentual mais elevado corresponde à tentativa de homicídios.

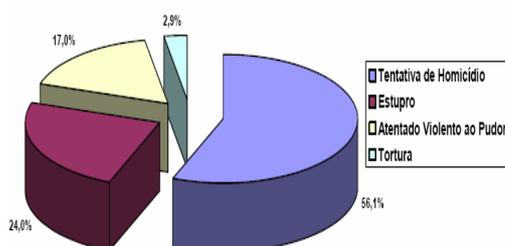


Gráfico 5 Ocorrência com maior registro [54]

### 3.4 As drogas e a violência na escola

A violência nos estabelecimentos de ensino não se limita aos incidentes que ocorrem dentro dos limites da escola, mas na rua onde ela se localiza e na infraestrutura existente no seu entorno (lojas, bares, áreas de lazer). A existência de policiamento ou equipamentos de segurança pode dificultar o acesso da droga à escola. Geralmente é feita uma associação entre as características do entorno e o

grau de vulnerabilidade em que a comunidade está submetida, ou seja, quanto menor a segurança maior a sensação de vulnerabilidade e de falta de proteção.

Essa violência pode ter a intervenção física de um indivíduo ou grupo contra a integridade de outro(s), abrangendo desde a lesão corporal, roubos, assaltos, homicídios e até a violência no trânsito, (disfarçada sob a denominação de acidentes), além das diversas formas de agressão sexual, que estão relacionadas desde as brincadeiras, que podem gerar constrangimento àqueles que são dirigidas, até estupros, ou seja, estão entrelaçados vários tipos de violência, que envolvem atos, comportamentos e atitudes relacionadas à violência física e verbal.

As paradas de ônibus, o caminho entre o local da moradia e a escola, são apontados pelos alunos como os locais em que há ocorrências de maiores problemas. No período noturno estes fatores são acentuados pela falta de iluminação adequada. O tráfico de drogas nas cercanias da escola não preocupa somente aos alunos, mas também pais e educadores. A UNESCO iniciou no Brasil em 1997 uma série de pesquisas sobre a juventude e a violência fazendo um levantamento sobre os diversos tipos de jovens e identidades sociais, as quais são compostas por distintas classes sociais, gênero e raça. Este trabalho teve como característica ouvir os jovens de distintas classes sociais e aferir as violências sentidas, banalizadas e omitidas. Com base nesta pesquisa é mostrada na tabela 13 a proporção de alunos do ensino fundamental da 5ª a 8ª série e do ensino médio que presenciaram o uso de drogas perto da escola[56].

Capitais	Proporção de alunos (%)
Manaus	25.7
Belém	18.6
Fortaleza	28.3
Recife	28.4
Maceió	31.8
Salvador	29.7
Vitória	30.6
Rio de Janeiro	25.8
São Paulo	41.1
Florianópolis	42.2
Porto Alegre	45.6
Cuiabá	32.8
Goiânia	31.4
Brasília	39.1
Média	33.5
Nº. Absoluto	1.551.609

Tabela 13 - Drogas na escola [56]

No ano de 2000 foi realizada uma pesquisa em 14 capitais do Brasil, em que foram entrevistados 4.241.396 alunos acerca da violência relacionada a estupros no ambiente escolar e cercanias, apontando que 8% dos entrevistados em todo o Brasil tiveram conhecimento deste tipo de violência. Na capital gaúcha este percentual sobe para 9% dos 170.512 entrevistados, sendo que é a quarta capital em todo o Brasil com maior incidência destes dados, como podemos visualizar na tabela 14 [56].

Ocorrências	Estado	Percentual
1	Cuiabá (MT)	12%
2	São Paulo, Manaus (AM, SP).	11%
3	Brasília, Salvador, Porto Alegre (DF, BA, RS).	9%.

Tabela 14 Estados com as maiores ocorrências no Brasil [54][55]

### 3.5 A área geográfica dos profissionais do sexo

No Brasil, ao contrário de alguns países, a prostituição não é legalizada e esta prática muitas vezes é realizada nas ruas e praças, em alguns bairros da cidade, em locais predominantemente residenciais, na proximidade de motéis, hotéis, vias com intenso fluxo, área central do bairro, terminal de ônibus e ruas escuras. O tipo de arborização é outro destaque que se encontra em alguns pontos de prostituição, pois diminui a iluminação pública sendo favorável a prostituição de rua.

### 3.6 A indústria da segurança

É crescente o número de feiras oferecendo equipamentos de segurança, bem como de empresas prestadoras de serviços nesta área. Dentre os maiores compradores podem-se incluir os municípios que estão instalando câmeras nas principais ruas e avenidas dos centros urbanos. Um exemplo é a Cidade de Porto Alegre com a instalação de mais de 50 câmeras espalhadas no centro da cidade e este projeto similar existem em algumas cidades gaúchas. Estes equipamentos de segurança eletrônica são instalados em locais com uma boa iluminação.

### **3.7 Condomínios Fechados**

Os condomínios fechados nas grandes capitais brasileiras e nas cidades de médio porte cada vez mais estão se protegendo da violência com grandes muros. Utilizam também serviço de portaria de vigilância e equipamentos de câmeras. Nas garagens são instalados espelhos retrovisores que auxiliam na visibilidade. Para melhorar o grau de segurança estes condomínios fazem parcerias com as prefeituras no sentido de melhorar a iluminação no entorno substituindo equipamentos antigos por novas tecnologias eficientes. Nos bairros já é muito comum encontrarmos guarita instalada nas calçadas, sendo que o custo da segurança é pago pelos moradores que mantêm guardas durante o dia e durante a noite. A solicitação de reposição de lâmpadas neste local é para dar segurança ao vigia da noite.

### **3.8 Prevenção da Criminalidade na União Européia**

Até a entrada em vigor do Tratado de Amsterdã, em maio de 1999, às políticas de prevenção da criminalidade da União Européia limitava-se praticamente a prevenção da criminalidade organizada. A partir de 28 de maio de 2001 o Conselho de Prevenção da Criminalidade estabeleceu um programa de incentivo e de intercâmbio, formação e cooperação no domínio da prevenção da criminalidade (Hipócrates) e com a Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (IDT).

Trata-se de um tema específico de investigação da prevenção da criminalidade, para definir instrumentos comuns destinados a avaliar a dimensão e a natureza da criminalidade de massa, ou seja, a criminalidade não organizada, crimes estes em que as vítimas são facilmente identificáveis, fontes de preocupações dos cidadãos europeus. As infrações são normalmente cometidas contra propriedade e envolvem frequentemente violência física, como roubos domésticos, roubos de veículos, os assaltos comuns e os roubos na rua.

O Conselho Europeu realizado em outubro de 1999 na Cidade de Tampere, na Finlândia, estabelece áreas prioritárias relacionadas à delinquência juvenil, criminalidade em meio urbano e a criminalidade associada à droga. Uma característica da criminalidade de massa consiste no fato de revelar-se o perfil das

famílias e dos cidadãos a serem vítimas destes tipos de infrações, o que tem repercussões para políticas de prevenção.

As autoridades integrantes dos estados membros são unânimes em reconhecer que a prevenção da criminalidade constitui um complemento necessário das medidas repressivas e como ilustração citamos alguns exemplos relativamente simples para a prevenção a risco de assaltos domésticos:

- ✚ Deixar uma luz acesa em caso de ausência interior da residência;
- ✚ Fechaduras suplementares em portas e janelas;
- ✚ Deixar uma luz suplementar exterior (acionada por fotocélula);
- ✚ Iluminação pública.

Embora possa parecer evidente, melhorar a iluminação pública constitui uma medida de prevenção da criminalidade. Uma análise sistemática de 13 estudos distintos revela que uma melhor iluminação pública reduz a criminalidade em cerca de 20% [79]. Esta análise revelou que as áreas bem iluminadas durante a noite registram também uma menor criminalidade durante o dia. É possível que a instalação de uma nova iluminação transmita aos potenciais delinquentes a mensagem de que nesta zona se investe mais, há um maior sentido de orgulho e uma maior coesão e que são realizados controles informais 24 horas por dia.

As estatísticas apontam para um aumento de crimes violentos (roubos e agressões sexuais) na União Européia, o que parece acontecer principalmente com a delinquência juvenil. Comparando com as tendências de crimes com recursos, a violência registrada pela polícia no período compreendido entre 1995 e 2000, observou-se um aumento da violência em 12 Estados Membros. Na Espanha, na França, e nos Países Baixos onde houve a ocorrência de maior aumento (entre + 50% e + 41%).

Em 2000, as polícias dos 15 Estados-Membros registraram um total de 1.770.000 crimes violentos, o que equivale a uma média de 4.850 casos por dia, 202 casos por hora e mais de 3 casos por minuto.

## Capítulo 4

### 4-Sistema de gestão na iluminação pública

Neste capítulo é realizado um estudo sobre o processo de gestão no sistema de iluminação pública. Compreende um conjunto de seções, normas, regulamentações, equipamentos, recursos humanos e técnicos, coordenado por um setor responsável, visando à integração entre as seções, manutenção, recepção de demandas, construção, almoxarifado, recursos humanos e setor técnico, que trabalham no sentido de atender as solicitações das demandas da comunidade. Este sistema de informação acompanhará o gerenciamento deste processo, fornecendo um histórico das etapas até a realização do evento. O sistema de gerenciamento de banco de dados e a implantação de programas eficientes para manipular estas informações se tornam possíveis com uma sistematização integrada. Com um controle gerencial e eficiente do sistema de iluminação implantado no município permite-se o acesso dos usuários, para obtenção de informações atualizadas sobre os logradouros, pontos de iluminação, potência instalada, potência demandada, quantidade de pontos existente no logradouro e áreas de lazer.

#### 4.1 Gestão Energética Municipal

O programa de gestão de iluminação pública foi elaborado pela Eletrobrás e tem como objetivo o planejamento energético municipal com atuação conjunta com as concessionárias de energia elétrica, além da formação de uma equipe na prefeitura com conhecimento acerca de eficiência energética, tornando-se multiplicadores deste processo com muitos fatores de relevância para as prefeituras, tais como:

- ✚ Menor risco de inadimplência;
- ✚ Capacitação de profissionais;
- ✚ Melhor planejamento e operação da energia;
- ✚ Redução dos gastos do município com energia.

A carência de informações e recursos para a eficiência energética é motivo para a implantação de projetos de gestão no sistema de iluminação do município, possibilitando maiores informações sobre o parque de iluminação, bem como o histórico econômico e a redução com gastos na IP. Desta forma, o gerenciamento passa por uma estruturação no sistema de informação com a inclusão de ferramentas de informática e armazenamento de informações em dados eletrônicos.

#### **4.2 Importância do Banco de Dados**

Permite armazenar informações precisas e que podem ser atualizadas a qualquer momento, com a aplicação de uma ferramenta de gerenciamento do sistema de banco de dados (SGBD) permitindo se extrair informações fundamentais, quanto ao serviço de IP, no controle eficiente e na manutenção do parque instalado no município. O uso eficiente da informação neste processo passa a ser um patrimônio do município, sendo um fator essencial para o sucesso da implantação e da manutenção dos serviços, principalmente, com a inclusão de novas tecnologias. A informação passa a ser a organização e a análise dos dados, sendo a sua qualidade mais importante que a quantidade de informação [36]. Este sistema de informação (SI) torna-se um conjunto de elementos inter-relacionados que coletam, armazenam e manipulam estas informações, convertendo os dados em informações úteis de saída.

Os sistemas de informações designam a logística indispensável à realização do processo de informação, a qual não se reduz somente à informática, mas um conjunto de técnicas, de estrutura de apoio da organização, das tecnologias de informação (TI), ligadas ao Hardware e ao Software, e dos métodos que necessitam para o processamento atual e a sua evolução [37]. Este sistema gerencial da informação permite que cada seção (recepção dos dados dos contribuintes para manutenção e execução das solicitações, disponibilidade de material no almoxarifado e informações técnicas) possa trabalhar independentemente em seu subsistema, as quais interagem com o sistema gerencial, permitindo informações que possam auxiliar na tomada de decisões.

### 4.3 Modelo de Dados

A característica fundamental da base de dados é fornecer algum nível de abstração, pela omissão de detalhes de armazenamento de dados, que são necessários para o entendimento da maioria dos usuários. Este modelo de dados é a principal ferramenta que fornece esta abstração e este conjunto de conceitos podem ser usados para definir a estrutura de um banco de dados.

### 4.4 Estrutura de um Banco de Dados

Por estrutura de uma base de dados entendem-se os tipos de dados, relacionamentos e as restrições pertinentes aos dados.

### 4.5 Modelo de Entidade e Relacionamento (MER)

O modelo básico que representa o MER é a entidade. Uma entidade pode ser um objeto com a existência física, como por exemplo: um contribuinte, uma lâmpada, um ponto de iluminação ou pode ser um objeto com existência conceitual, ou até mesmo o nome de uma praça. Cada entidade tem propriedades particulares, denominadas de atributos, que a descrevem. Uma entidade lâmpada pode ser descrita pelo seu tipo, isto é, se é de vapor de sódio ou de vapor multimetálico; pela sua potência da lâmpada em watt (tabela 3). Uma entidade em particular terá um valor para cada um de seus atributos. A figura 14 é a representação de um modelo de entidade e relacionamento, o nome de uma praça está relacionado, como por exemplo :

- ✚ Tipo de lâmpada (vapor de sódio, vapor multimetálico...);
- ✚ Potência da lâmpada (tabela 3);
- ✚ Tipo de luminária (ponta de braço, pétalas com duas luminárias, pétalas com três luminárias e pétalas com 4 luminárias). Esta característica do tipo da luminária está muito ligada ao parque de iluminação;
- ✚ Endereço do logradouro, bairro, vila.

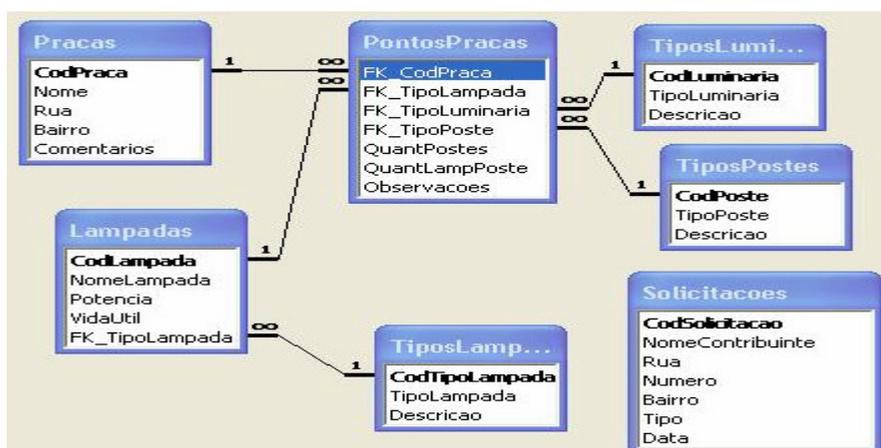


Figura 14 Entidade e relacionamento - áreas de lazer

#### 4.6 Tipos de Entidades, conjunto de valores e atributos – chaves.

A base de dados contém grupos de entidades que são similares, do qual podemos identificar no sistema de iluminação milhares de pontos de iluminação do município para agrupar as informações similares com respeito ao tipo de lâmpada compartilhando o mesmo atributo, mas cada entidade terá o seu valor para cada atributo. Estas entidades similares definem o tipo de entidade, que é o conjunto de entidades que tem o mesmo atributo. Na base de dados se podem identificar vários tipos de entidades (tipo de luminária, tipo de lâmpada...). Uma restrição importante da entidade está relacionada ao atributo-chave. Um tipo de entidade tem normalmente atributos cujos valores são distintos para cada entidade e seu valor pode ser utilizado para verificar cada entidade unicamente. Desta forma, esta restrição proíbe que duas entidades tenham, simultaneamente, o mesmo valor para o atributo chave.

#### 4.7 Definição do modelo de dado relacional

O modelo representa os dados da base de dados como uma coleção de relações, que pode ser entendida como uma tabela ou simples arquivos de registros em que uma tabela é vista como lista de valores e cada linha da tabela irá representar uma lista de valores relacionados. Em uma tabela designada com o

nome tipo de lâmpadas, o seu conteúdo tem as designações vapor de sódio e de vapor multimetálico.

O SGBD é um programa de geração de pontos de iluminação pública, que permite a interface com software gráfico, com possibilidade de inclusão de pontos, alteração de bairros e logradouros, possibilitando a importação de base de dados da rede elétrica da concessionária.

Desta forma, o programa é de fácil atualização dos dados e de forma rápida traz segurança quanto ao cadastramento de pontos de iluminação. É a configuração mais usada no sistema de Iluminação Pública, podendo ser de acesso multiusuário em que vários setores possam trabalhar e obterem informações a respeito da iluminação, inclusive quanto à solicitação dos contribuintes, sobre o ponto solicitado, se existe rede elétrica de baixa tensão, se já foi solicitado anteriormente e a identificação do solicitante. Além de possibilitar o fornecimento de dados estatístico, como a quantidade de pontos instalados em cada logradouro, o tipo de luminária instalado, a potência dos pontos de iluminação e a potência total instalada do logradouro.

#### **4.8 Compartilhamento dos dados**

- ✚ O SGBD multiusuário deve permitir o acesso simultâneo de vários usuários à base de dados;**
- ✚ O SGBD deve oferecer um controle de concorrência para garantir que o resultado de várias modificações à base de dados esteja correto, limitando modificações simultâneas feitas ao mesmo dado por diferentes usuários, ou seja, bloquear os dados envolvidos em determinada operação;**
- ✚ Acesso controlado ao SGBD, deve garantir que usuários autorizados realizem operações corretas à base de dados, para isto é necessário ter a identificação do usuário de modo a garantir a segurança do banco de dados.**

#### **4.9 Normalização de base de dados relacionais**

Tratamento de qualidade informal do projeto de relações na qual a semântica de atributos é o projeto de um esquema de relação de maneira que seja simples de descrever seu significado. Isto significa que não se podem combinar atributos de múltiplos tipos de entidades e tipos de relacionamento em uma simples relação. Intuitivamente, se um esquema de relação corresponde a um tipo de entidade ou relacionamento, o significado tende a ser claro. Então uma das metas do projeto é minimizar o espaço de armazenamento impedindo informações redundantes em tuplas. Os valores dos atributos de uma tabela não permitem que sejam repetidos em outras tabelas.

#### **4.10 O número de pontos da base de dados**

A partir da cobrança da taxa de iluminação as prefeituras dos municípios e as concessionárias começaram a ter um maior controle sobre a quantidade de pontos de iluminação no parque e, também, para a implantação do Reluz é fator determinante o inventário do que existe instalado no município. Neste aspecto que é utilizado o cadastramento dos pontos. As concessionárias têm contribuído muito para agilizar o processo de inventários no sistema de Iluminação Pública, pois já utilizam um software que permite o cadastramento de postes, rede elétrica, transformadores e seus acessórios do município. Este mapeamento feito através do sistema GPS está facilitando o cadastramento. O mapeamento destes postes de rede elétrica e logradouros convertido em software gráfico (Plataforma do tipo Autocad), permite correções e ajustes muito rapidamente. Através do sistema gráfico é fornecido às prefeituras o mapeamento de toda a região e dos postes cadastrados em um banco de dados. Para incluir os pontos de iluminação nos projetos fornecidos pelas concessionárias existem softwares que permitem a inclusão de dados no sistema de iluminação e gerencia a inclusão de dados, com a alteração através do banco de dados da concessionária. A partir das informações do cadastramento dos postes e a rede de energia elétrica da concessionária é feito base de dados do sistema de iluminação pública e suas características. A integração destas informações pode ser vista no diagrama da figura 15.

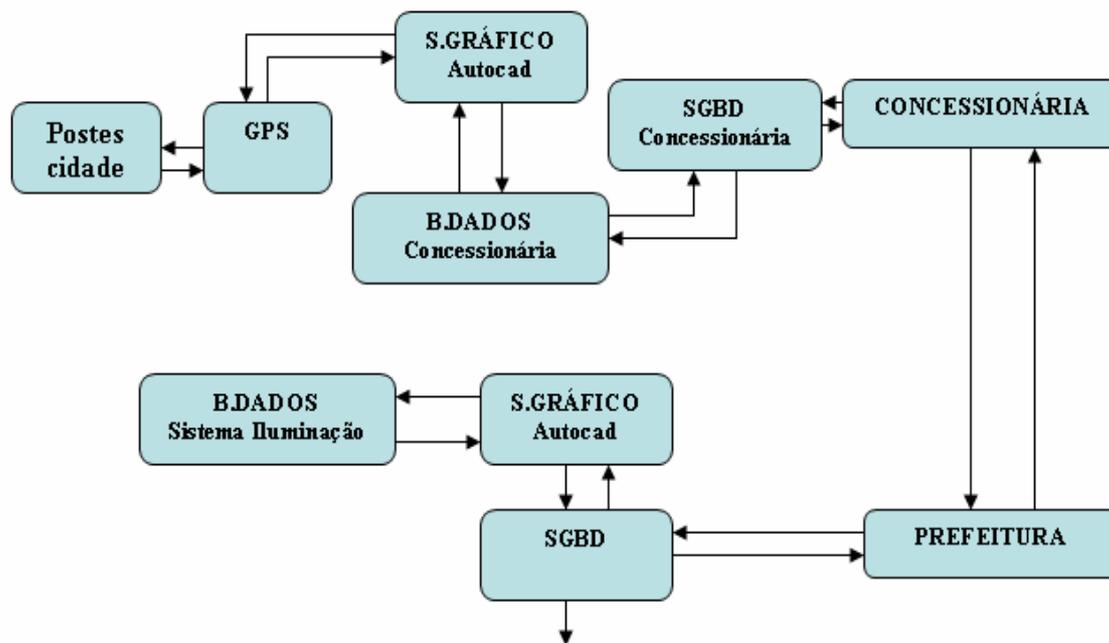


Figura 15 Integração de informação para inventário Iluminação Pública

#### 4.11 Cadastramento da solicitação do contribuinte

Com a demanda diária de solicitações dos contribuintes quanto à reposição de lâmpadas, se faz necessário à realização de um cadastro, com a descrição das solicitações dos contribuintes bem como suas características. Assim o cadastro de solicitação de contribuintes inclui: nome, logradouro, número mais próximo e o motivo mais preocupante do solicitante pela ausência deste ponto de iluminação. Além disso, são importantes, como características descritoras de informações sociais, outros dados adicionais como idade, grau de instrução, situação econômica, dentre outras informações. Desta forma, a qualificação dos trabalhos inicia com uma boa receptividade de quem está cadastrando (Call center) e com o armazenamento destas informações do solicitante, se torna de fácil acesso posteriormente para acompanhamento da execução do trabalho [38].

#### 4.12 Estatísticas do SGBD

O SGBD permite a geração de uma gama de informações estatísticas que depende de cada administrador, mas os programas desenvolvidos nesta área podem fazer as seguintes combinações, como por exemplo:

- ✚ **Quantidade de contribuintes que fizeram solicitações de pontos de iluminação durante o dia, mês e ano;**
- ✚ **Quantidade de contribuintes que fizeram solicitações de pontos de iluminação por logradouro. Neste estudo podemos identificar se o número de solicitações foi considerável, passaremos a analisar o tipo de característica deste logradouro, com relação a informações sociais referentes a roubos, drogas, estupros ou até mesmo vandalismo.**

#### **4.13 A programação e execução das solicitações**

**Esta seção tem acompanhamento das solicitações via SGBD, tendo dupla função, ou seja, fazer a programação dos trabalhos da manutenção, bem como acompanhar a disponibilidade de material do almoxarifado. Portanto a agilidade dos trabalhos está ligada ao estoque de material. Em algumas situações a mão de obra é executada por empresa terceirizada e através de dados estatísticos se estima o número de pontos que se possam ser executados diariamente, se tem uma previsão mensal da quantidade de material que será utilizada, principalmente, lâmpada, relés, conectores e reatores. No caso do conjunto de luminárias são previstas implantação a longo prazo, pois depende de expansão da rede elétrica.**

#### **4.14 Sistema de apoio à decisão**

**Esta parte é de crucial importância, pois está ligada diretamente ao sistema de informação implantado na iluminação, além de estar em plena sintonia com novas tecnologias para se adaptar aos avanços da tecnologia de informação. Dado a sua importância esta seção (informática) tem livre trânsito entre outras seções, como almoxarifado, manutenção, comunicação, setor de projeto, técnico, e faz a ligação com a concessionária quanto à atualização nos projetos de redes elétricas feitas através do GPS. No decorrer do ano, o banco de dados estará com um histórico do sistema de iluminação muito grande, não necessitando ser consultado no momento, pois já foi executado, mas pode gerar uma série de conclusões e estudos de interesse**

a outras áreas do conhecimento, sendo que este processo é destinado ao Data Warehouse.

#### **4.15 Iluminação eficiente em outros países.**

##### **4.15.1 Iluminação Eficiente nos EUA**

Nos estados americanos a preocupação com sistema de iluminação eficiente teve o seu início na década de 70 e a partir deste período é que se começou a implantar programas de iluminação eficiente tendo como justificativa o fato de que é mais econômico conservar a energia do que ampliar o sistema de distribuição e geração.

O objetivo da implantação destes programas é desenvolver um mercado com tecnologias mais eficientes e estimular o consumidor a agir de forma mais racional. A implantação destes programas, analisando pelo lado da concessionária de energia elétrica, visa à redução da demanda no horário de pico.

As importâncias destes programas começaram a ser discutidos pelo Demand Side Management (DSM) na década de 70 e também na década de 80 e estas pesquisas analisavam os aspectos comportamentais do uso e do consumo de energia elétrica da população e neste estudo verificavam as variáveis e influências no sistema de demanda. Constatou-se que se olharmos os aspectos somente técnicos da troca de um sistema antigo por novas tecnologias não será suficiente para compreender a conservação da energia e devemos incluir nesta análise as atitudes e comportamentos que interferem na economia, tais como:

-  Eficiência de energia quanto ao conforto e condições ambientais.
-  Programas de eficiência energética.
-  Operação e modo como às pessoas tratam equipamentos eficientes.

A implantação de programas do sistema de iluminação eficiente fez com que os fabricantes colocassem no mercado lâmpadas com serviço mais eficientes para os sistemas de iluminação residencial com uma variada gama de produtos lançados no mercado.

A literatura de uma forma geral tratou de adotar estratégias de implantação de programas de eficiência de iluminação residencial e que tem sido aplicado em várias cidades no mundo e igualmente no Brasil. Estes programas buscam atender a redução do consumo de energia elétrica através:

- ✚ Doação
- ✚ Incentivo aos fabricantes
- ✚ Promoção
- ✚ Durabilidade das lâmpadas
- ✚ Economia de energia

Evidentemente que a escolha de uma estratégia irá depender do programa a ser implantando pela concessionária de cada local [80].

Na tabela 15 podemos visualizar alguns programas americanos no sentido de implantar as tecnologias eficientes em residências, em escritórios, lojas e subsídios aos fabricantes.

Responsável pelo programa	Nome do Programa	Período
Boston Edison	Lighting Rabate program	1987 - 12/1991
Los Angeles D.Water and Power	A Better Idea Program	8/1991 - 7/1993
New England Eletric System	Energy Fitness	1989 - 1991
Souther California – Edison	Manufactorer's Rabate	7/12/1992

Tabela 15 - Implantação de Programas Eficientes USA [80]

#### 4.15.2 Iluminação Eficiente na Comunidade Européia

A implantação de iluminação eficiente na Comunidade Européia se deu através de incentivos no período de 1988 a 1990 em alguns países como Dinamarca, Suécia, Holanda e Alemanha. Para o programa de implantação de iluminação eficiente da Suécia foi realizado um plebiscito que envolveu toda a população no sentido de diminuir a demanda de eletricidade com energia nuclear.

Os programas de eficiência nos sistemas de iluminação implantados em alguns países da Europa, tabela 16.

<b>Responsável pelo programa</b>	<b>Período</b>	<b>Estratégia</b>
Helsingborgs-Energiverk	1988 - 90 dias	Cupom Desconto
Stockholm Energi (Suécia)	1988 -32 dias	Cupom Desconto
Stockholm Energi (Suécia)	1989- 33 dias	Cupom Desconto
Koge (Dinamarca)	1989 – 30 dias	Doação

**Tabela 16 Programas Eficientes implantados na Europa [80]**

## **Capítulo 5**

### **5-Mineração de dados em Sistema Eficiente de Iluminação Pública utilizando Parâmetros Sócio-comportamentais**

O sistema eficiente de iluminação pública está inserido em um processo que gera uma grande quantidade de dados e precisão de um suporte tecnológico das ferramentas disponíveis na informática. Neste capítulo propõe-se a implantação da mineração de dados, utilizando algumas técnicas da descoberta de informação, para identificar padrões de comportamentos para que estas informações possam ser aplicadas na tomada de decisão, com o objetivo de buscar melhorias no serviço prestado, com a elaboração de estudos que possam ser úteis em outras áreas do conhecimento humano.

Este estudo foi realizado em um período superior a 7 anos e constatou que em locais de pouca ou quase ausência de iluminação pública favorecia a certos desvios de conduta de algumas pessoas contribuindo com o índice de insegurança no local. Por outro lado, a melhoria da iluminação além de estabelecer conforto e uma melhor qualidade de vida noturna proporciona a diminuição de insegurança durante a noite. O aumento do índice de iluminação inibe a ocorrências de desvios de conduta. Cabe ressaltar que a alteração de comportamento contribui diretamente na gestão da eficiência energética na iluminação pública dada a influencia desse aspecto na conservação do sistema de iluminação como um todo, redução de gastos com manutenção, redução de agressões ao meio ambiente decorrentes da depredação do sistema de iluminação, dentre outros aspectos relevantes.

Para uma completa análise da descoberta de padrões de uma comunidade, bem como o estudo mais exato sobre o comportamento e tendências ocasionadas pela falta de uma iluminação é que se utiliza a ferramenta de mineração de dados.

A mineração de dados vem contribuir com o programa de iluminação pública e suas melhorias e com a aplicação de novas tecnologias no parque de iluminação ao detectar fatores comportamentais de uma região.

O presente trabalho estuda o sistema de iluminação eficiente implantado pelo Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente – Reluz, que tem por objetivo promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública, bem

como a valorização noturna dos espaços públicos urbanos, contribuindo para melhorar as condições de segurança pública e a qualidade de vida nas cidades brasileiras. Este trabalho tem como ponto inicial o cadastramento dos pontos existentes do parque de iluminação de um município. E através do banco de dados (On-line Analytical Processing-OLAP) se pode fazer uma gestão do serviço da iluminação e obter respostas quanto à potência instalada, a potência demandada, o valor da fatura a ser pago para a concessionária e dados quanto aos equipamentos (lâmpadas, luminárias, reatores, relés, conectores e fios) utilizados. Caracteriza-se por ser um estudo de caso exploratório, descritivo e avaliativo. No trabalho se está propondo a inclusão de parâmetro sócio comportamental com dados fornecidos pela solicitação de reposição de lâmpada do contribuinte e dados fornecidos pela polícia quanto às ocorrências noturnas (comércio ilícito, estupros, etc). O diagrama de blocos da figura 16 ilustra a proposta deste trabalho.

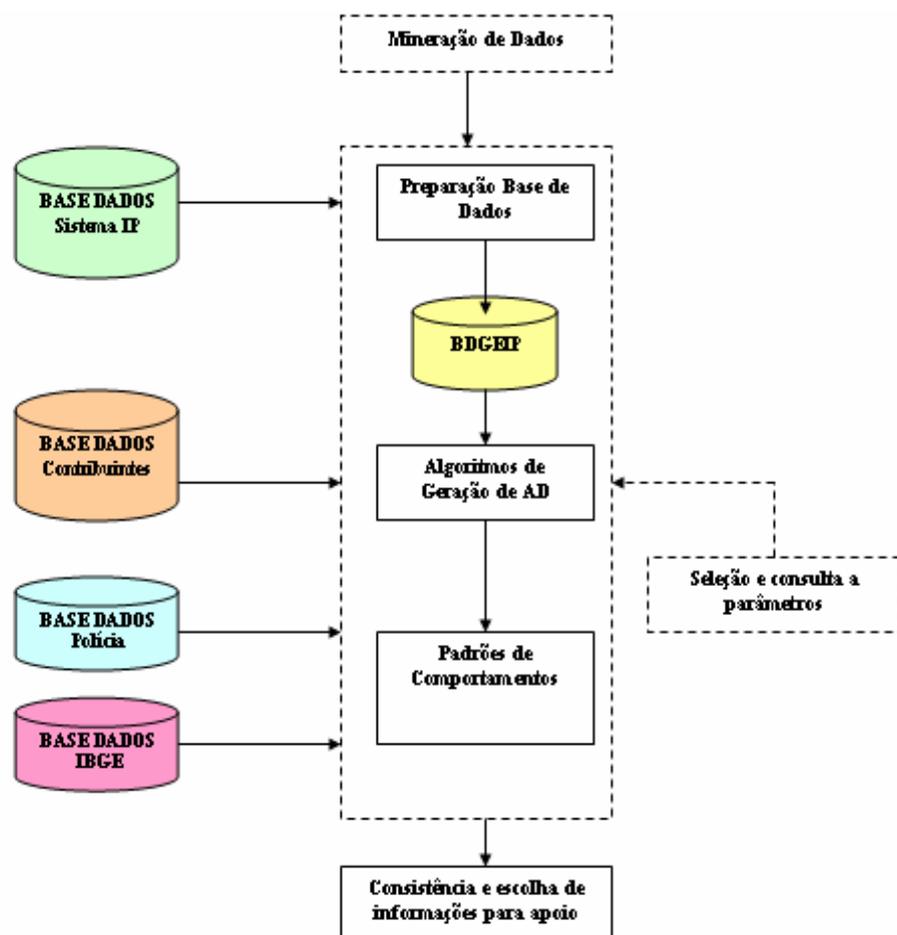


Figura 16 ilustra a proposta do trabalho

Como se pode ver no diagrama de blocos da figura 16 pretende-se aplicar a mineração de dados para gerar padrões que possam ser esclarecidos mediante a interligação dos dados armazenados, sendo essas informações importantes para a tomada de decisão na melhoria do sistema de iluminação e da qualidade de vida noturna da população. Esta análise dos dados armazenados é realizada por ferramentas computacionais que determinam padrões ou modelos para que se descubram relacionamentos ocultos entre os dados, revelando perfis de determinado local e descoberta do conhecimento em base de dados (KDD).

No diagrama da figura 16, as bases de dados que alimentam o sistema são as descritas nos itens seguintes.

### 5.1 Base de Dados do Sistema de Iluminação Pública

Descrita no Capítulo 4, com as informações colhidas na planilha como está especificada no modelo de entidade e relacionamento. Este modelo está dividindo os dados em diversas tabelas que se relacionam entre si de modo a formar um complexo diagrama como mostrado na figura 14. Este tipo de diagrama estruturado é importante para a eficiência e o desempenho no ambiente operacional, em que os aplicativos específicos trabalham com esta estrutura.

O diretório está organizado em uma base de dados com várias tabelas de entidade e relacionamento (ER):

- ✚ Grupo de lâmpadas (Vapor de sódio, vapor multimetálico ou outra);
- ✚ Potência da lâmpada;
- ✚ Tipo de luminária;
- ✚ Endereço (bairro);
- ✚ Áreas de lazer (praças);

### 5.2 Base de dados do contribuinte

Na estrutura de dados, figura 17, são descritas as variáveis da composição das tabelas. Ao receber uma solicitação contendo as informações na estrutura denominada de contribuinte estão relacionadas com as demais tabelas:

Tabela de proximidade: próximo de escola, caminho de casa, parada de ônibus.

Tabela tipo de preocupação: inibir assalto, drogas ou agressões seguidas de estupro.

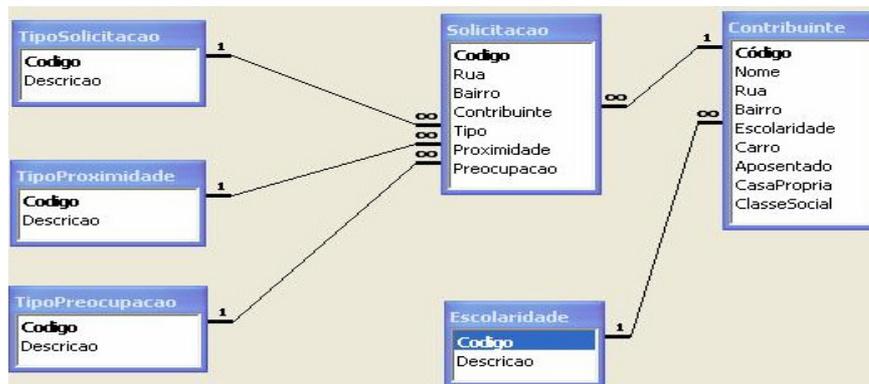


Figura 17 entidade e relacionamento - contribuinte

- ✚ Endereço (região);
- ✚ Inibição a assalto;
- ✚ Inibição do consumo de drogas (comércio);
- ✚ Inibição da violência sexual (estupros);
- ✚ Idade do Solicitante (menor, adulto);
- ✚ Solicitação de lâmpada (simples troca, aumento de potência ou nova instalação);
- ✚ Classe social (A, B, C);
- ✚ Instrução (ensino fundamental, médio, superior incompleto ou superior completo);
- ✚ O solicitante possui veículo (sim, não);
- ✚ O solicitante possui residência própria;
- ✚ O contribuinte é economicamente ativo.

### 5.3 Base de dados da polícia

É uma base de informação com dados atualizados mensalmente e que será incluída para qualificar a mineração da informação auxiliando a descoberta de padrões sócios comportamentais. Estes dados são fornecidos através de planilhas eletrônicas e foram inseridos no banco de dados. Desta forma foi completado o fluxo geral do sistema de informação para então ser desenvolvido o modelo de objeto deste estudo.

- ✚ Ocorrência de assaltos;
- ✚ Ocorrências de violência sexual (estupros);
- ✚ Ocorrências de consumo e/ou comércio de drogas;
- ✚ Ocorrências de roubos de veículos.

#### **5.4 Base de dados do IBGE**

É uma base de informação com dados atualizados anualmente e que será incluída para qualificar a mineração da informação auxiliando a descoberta de padrões sócios comportamentais. Estes dados são fornecidos através de planilhas eletrônicas e foram inseridos no banco de dados. Desta forma foi completado o fluxo geral do sistema de informação para então ser desenvolvido o modelo de objeto deste estudo.

- ✚ Escolas municipais;
- ✚ Escolas estaduais;
- ✚ Escolas particulares;
- ✚ Universidades;
- ✚ Posto de saúde;
- ✚ Hospitais.

A seguir, o processo de mineração de dados realizado neste trabalho passará pelas etapas:

#### **5.5 Preparação de dados**

##### **5.5.1 Seleção dos dados**

Nesta fase foi elaborada uma análise somente dos dados relevantes para esta pesquisa, ou seja, foram reunidos os agrupamentos e subconjuntos de dados de acordo com a afinidade e aplicação socioeconômica dos contribuintes solicitantes de reposição de lâmpadas do município.

##### **5.5.2 Pré-Processamento**

Foi elaborado por aproximadamente de 6 anos um estudo durante o período de substituição do sistema de iluminação da Cidade de Gravataí para lâmpadas de Vapor de sódio, identificando às solicitações mais frequentes dos contribuintes, com

referência a falta de iluminação. O mesmo estudo foi feito para a Cidade de Porto Alegre em um período de 1 ano e seis meses. Desta forma, o pré-processamento está vinculado à planilha com a solicitação do contribuinte na reposição de lâmpada, sua principal preocupação e dados sócios comportamentais, que é o objeto da pesquisa.

### **5.5.3 Limpeza dos dados**

Tem por objetivo eliminar os registros repetitivos, uma vez que estará sendo enriquecido o estudo com a inclusão de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

### **5.5.4 Transformação**

Como se trata de um estudo inovador para o sistema de iluminação pública, isto é, os dados foram coletados especificamente para esta pesquisa, portando não foram utilizadas bases de dados do Data Warehouse dos municípios de anos anteriores, sendo dispensados estudos de natureza temporal não necessários à classificação por assunto de natureza histórica. Assim, o estudo não conta com um grande banco de dados para fornecer apoio à tomada de decisão.

## **5.6 Geração da Base de Dados de Gestão Eficiente de Iluminação Pública (BDGEIP)**

Na estrutura de dados, são descritas as variáveis da composição das tabelas. Ao receber uma solicitação contendo as informações na estrutura denominada de contribuinte estão relacionadas com as demais tabelas:

A BDGEIP está composta com dados da polícia e base de dados com informações do IBGE e também com dados do sistema de iluminação.

**5.7 Aplicação de algoritmos de mineração de dados mediante seleção e /ou consulta de determinado parâmetro para análise.**

Para a implantação do estudo de mineração de dados no sistema de iluminação pública foram aplicados os estudos abordados através da estatística e dos algoritmos.

A realização do estudo estatístico, antes da aplicação da mineração de dados para identificação de padrões, baseou-se na coleta de informações sobre a importância da iluminação pública para o desenvolvimento humano, identificando as principais razões e queixas dos contribuintes na falta temporária de um ponto de iluminação. O trabalho foi iniciado por interesse pessoal, pois as variantes de preocupações dos contribuintes estavam centralizadas, basicamente, na segurança, em que a iluminação noturna é fator importante na inibição de assaltos. Esta é uma preocupação que se estende em todo o município. Outro fator importante e de motivo de preocupação são as queixas dos contribuintes centralizadas em algumas áreas de lazer (praças). Nestes locais a maior preocupação não está centralizada na segurança, mas nos pontos de encontros com a finalidade de consumo de drogas entre diferentes faixas etárias e independentemente de classe social. Nas áreas de lazer mais centralizadas há uma grande tendência para pontos de prostituição e também possibilidade de assaltos. Outro fator importante é a identificação de pontos isolados em bairros longe do centro da cidade. A elaboração dos dados foi com referência à solicitação de reposição de lâmpadas no mês de março de 2000, na Cidade de Gravataí, e o mês de março do ano de 2005. Nesta amostragem a preocupação será na identificação do motivo da solicitação do contribuinte.

## **5.8 Geração de padrões de comportamento**

### **5.8.1 Regra de associação do algoritmo Apriori**

O trabalho tem por objetivo demonstrar a viabilidade do emprego do algoritmo Apriori ao sistema de iluminação pública. Este estudo pode ser importante não somente na gestão de Iluminação Pública, mas auxiliar a tomada de decisão com a exploração das regras de associações.

Para a análise do banco de dados em que está armazenado uma série de informações (lâmpada, logradouro, contribuinte, bairro, áreas de lazer, assalto...), é possível fazermos uma série de associações importantes entre estas informações, de tal forma que um item implique atuação do outro, ou seja, a falta de lâmpada em

um determinado ponto da cidade possibilita a ocorrência de assalto. A aplicação do algoritmo tem por objetivo encontrar estas regras de associação que são relevantes entre estes itens. O tratamento destas questões segue um modelo matemático, em que as regras de associação devem atender a um suporte e confiança mínima especificados por quem está tomando a decisão [44]. O Suporte corresponde à frequência com que ocorrem os padrões em toda a base de dados, como por exemplo, a falta de iluminação gera a possibilidade da ocorrência de assaltos.

Por outro lado, a confiança é uma medida das forças das regras, ou seja, é o percentual de acertos da regra.

- ✚ Itemset – conjunto de pares atributos - valor gerados;
- ✚ Suporte – percentual (%) que a regra cobre com suas restrições atributo – valor;
- ✚ Confiança – percentual (%) de exemplos que uma regra cobre completamente. É o percentual (%) de acertos da regra.

O suporte mínimo é a fração das transações, a união dos itens do conseqüente com o antecedente de tal maneira que represente um percentual das transações existentes no banco de dados. A confiança mínima garante que ao menos um percentual das transações que satisfaçam o antecedente da regra também satisfaça o conseqüente.

## 5.9 Análise de consistência e escolha das informações obtidas para apoio ao planejamento e projeto de sistema de iluminação eficiente.

A partir das informações do cadastramento dos postes e a rede de energia elétrica da concessionária é feito base de dados do sistema de iluminação pública e suas características. A integração destas informações pode ser vista no diagrama da figura 18.

No trabalho se está propondo a inclusão de parâmetro sócio comportamental com dados fornecidos pela solicitação de reposição de lâmpada do contribuinte e dados fornecidos pela polícia quanto às ocorrências noturnas (comércio ilícito, estupros, assaltos, drogas etc). O diagrama de blocos da figura 18 ilustra a proposta deste trabalho.

No diagrama as integrações de informações aplicam-se a mineração de dados para gerar padrões que possam ser esclarecidos mediante a interligação dos dados armazenados, sendo essas informações importantes para a tomada de decisão na melhoria do sistema de iluminação e da qualidade de vida noturna da população.

Para a tomada de decisão são aplicados os algoritmos de associação e árvore de decisão.

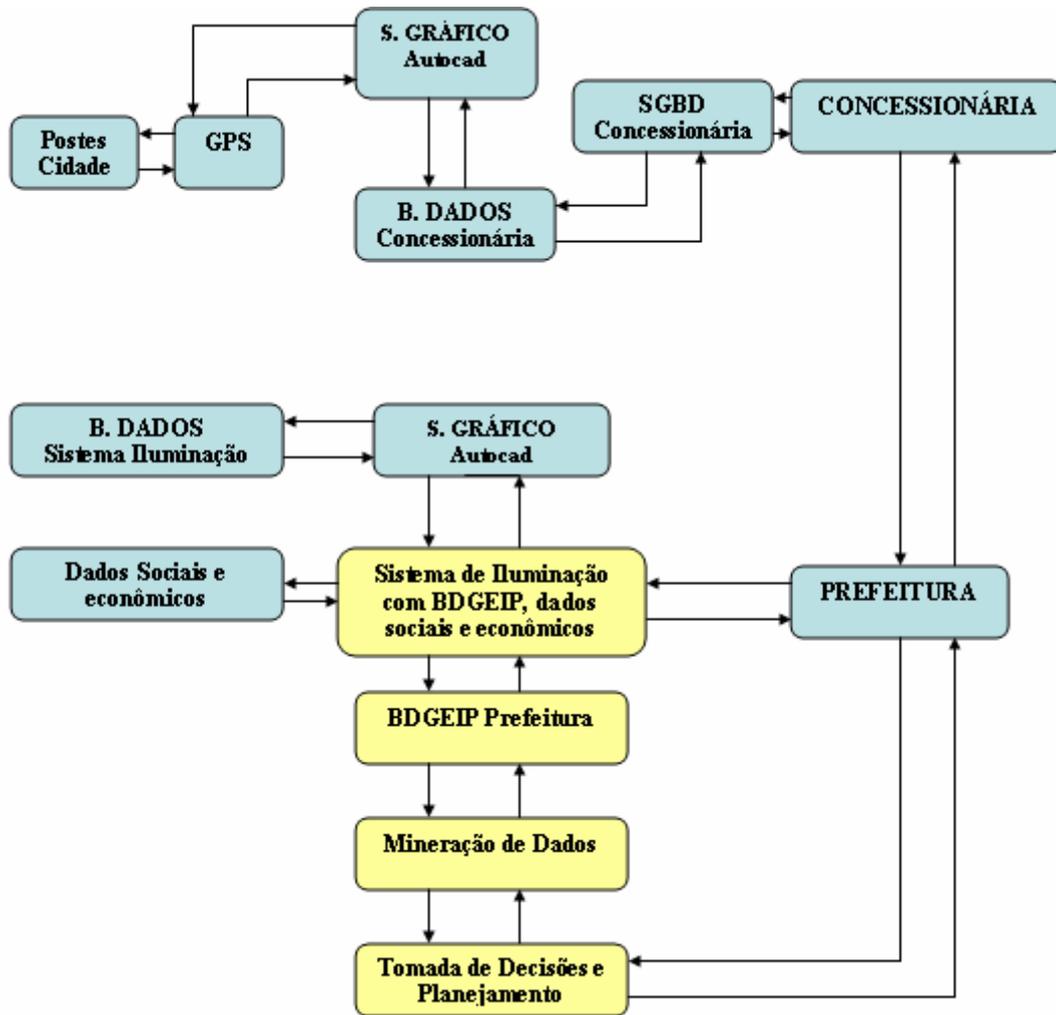


Figura 18 Integração de informações incluindo MD

## Capítulo 6

### 6-Metodologia

O presente trabalho foi realizado com dados do período de março de 2000 e março de 2005 do sistema de iluminação da Cidade de Gravataí. As bases de dados apresentadas compreendendo estes períodos foram implementadas em access, a base de dados colhida do IBGE e da polícia foram implementadas na planilha eletrônica excel. Os dados e as análises foram efetivamente realizados na cidade em estudo, o que significa dizer que o presente trabalho foi desenvolvido na Divisão de iluminação pública da Secretaria Municipal dos Serviços Urbanos do Município de Gravataí. Neste sentido, a formalização do processo de mineração de dados e tomada de decisão não havia sido realizada na época, ainda que os conceitos e definições quanto à influência dos dados sociais tivessem sido considerados ao projeto efetuado.

A metodologia empregada neste trabalho além de formalizar técnica e cientificamente as ações de efficientização de energia elétrica na iluminação da Cidade de Gravataí, apresentará, no transcorrer dos resultados obtidos, uma comprovação dos resultados colhidos diretamente da comunidade no período em estudo.

#### 6.1 Preparação de dados e para a mineração

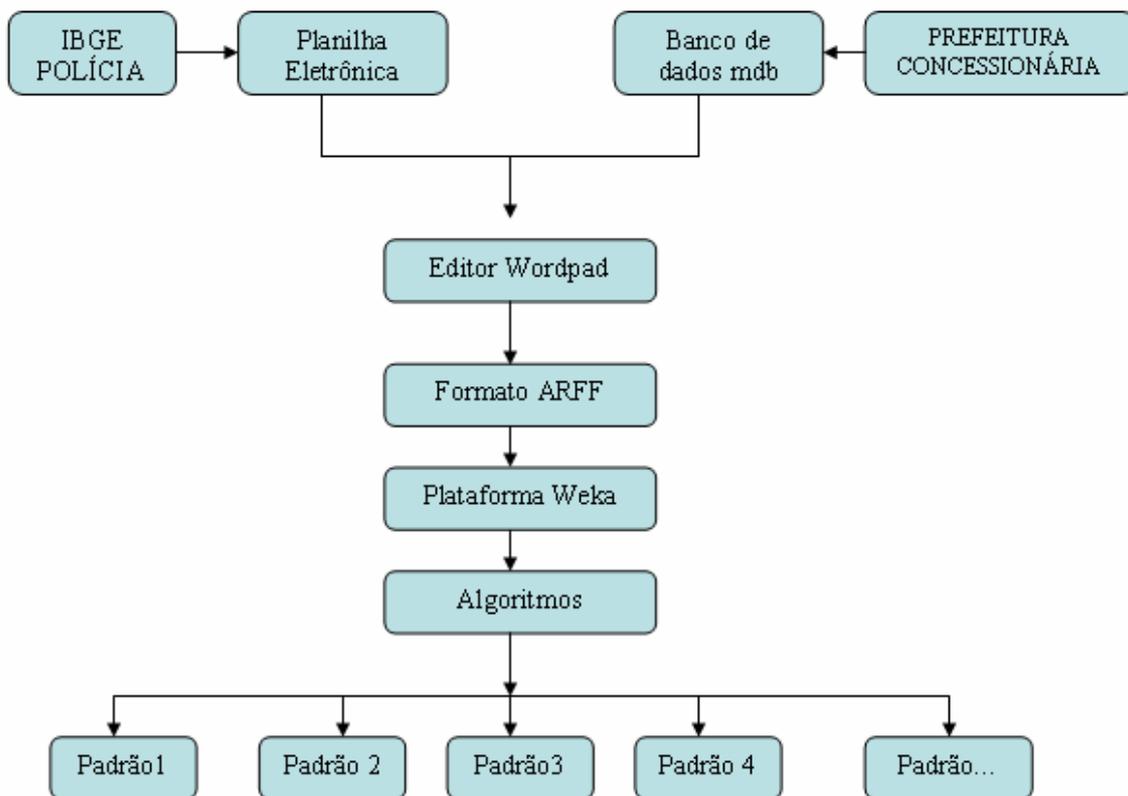
Para a realização da mineração de dados foi empregada a ferramenta WEKA descrita sucintamente no Anexo C.

O pacote Weka implantado na Linguagem Java, que tem como principal característica ser portátil. Desta forma, pode rodar nas mais variadas plataformas e aproveitar os benefícios de uma linguagem voltada a objetos, além de ser um software de domínio público. Para a execução da ferramenta Weka foram seguidas as seguintes etapas:

- ✚ Dados de uma planilha eletrônica (IBGE);
- ✚ Banco de dados (cadastro de iluminação pública - mdb);
- ✚ Conversão para o formato ARFF (Weka);

- ✚ **Análise dos dados utilizando o algoritmo apropriado assumindo que já estejam instalados os programas Weka e o Java;**
- ✚ **Ambiente Weka aciona-se o botão explorer para selecionar o arquivo e ativar o atributo para a execução dos algoritmos.**

**A partir da preparação dos dados no ambiente Weka podemos aplicar vários algoritmos para a descoberta do conhecimento.**



**Figura 19-Plataforma WEKA**

**Neste estudo será seguida a linha descrita no Capítulo 2 referente à mineração de dados. As informações de interesse da pesquisa quanto aos dados sócio-comportamentais foram armazenadas na Plataforma Access. Foi então elaborada uma planilha para ser preenchida a cada solicitação de um contribuinte na reposição de lâmpada e estas informações foram lançadas no banco de dados.**

## 6.2 Metodologia de levantamento e construção da BDGEIP

### 6.2.1 Estimativa das cargas instaladas em 2000 e 2005

A tabela 17 mostra o tipo de lâmpada instalada com a potência de cada ponto, bem como a quantidade estimativa dos pontos. A quantidade de pontos estimada no ano de 2000 era de 18 mil pontos de iluminação.

Tipo lâmpada-ano 2000	Potência (W)	quantidade	Potência instalada(W)	kw
Lâmpada mista	160	5000	800.000	800
Lâmpada mista	500	1000	500.000	500
Lâmpada mercúrio	400	4000	1.600.000	1600
Lâmpada mercúrio	250	3000	750.000	750
Lâmpada Vapor sódio	400	2000	800.000	800
Lâmpada Vapor sódio	250	3000	750.000	750
Média por ponto	327	18000	5.200.000	5200

Tabela 17 Parque de iluminação de Gravataí ano 2000

A tabela 18 mostra o tipo de lâmpada instalada com a potência de cada ponto, bem como a quantidade estimativa dos pontos. A quantidade de pontos estimada no ano de 2005 era de 25 mil pontos de iluminação.

Tipo lâmpada ano 2005	Potência(W)	quantidade	Potência instalada (W)	kw
Lâmpada Vapor de sódio	70	5000	350.000	350
Lâmpada Vapor de sódio	150	3000	450.000	450
Lâmpada Vapor de sódio	250	12000	3.000.000	3000
Lâmpada metálica	250	3000	750.000	750
Lâmpada Vapor sódio	400	2000	800.000	800
Média por ponto	187	25000	5.350.000	5350

Tabela 18 Parque de iluminação de Gravataí ano 2005

### 6.2.2 Situação sócio-comportamental da comunidade por regiões da cidade em 2000

Como foi exposto, o objetivo é a aplicação do algoritmo e a extração de regras que possam dar apoio à tomada de decisão na gestão de iluminação pública e também auxiliar outras áreas do conhecimento. Foi utilizado neste período do mês de março de 2000 um universo de 1.300 solicitações de reposições de lâmpadas como objeto do estudo. Solicitações de reposição de lâmpadas pelo contribuinte (Base de Dados Contribuinte) em que será analisada a preocupação quanto à falta de iluminação nos locais mais solicitados (parada de ônibus, próximo da escola, frente

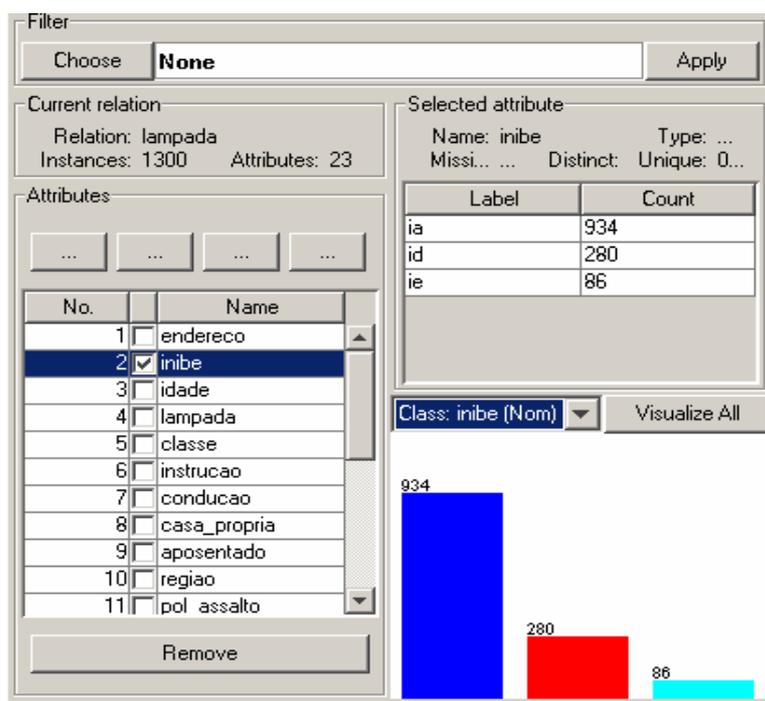
de casa, caminho de casa) que propicia agressão seguida de assalto. Foram analisados dois períodos, um período em março do ano de 2000 em consequência da substituição do sistema de iluminação da Cidade de Gravataí por lâmpadas de vapor de sódio. Embora o sistema de iluminação já estivesse sido iniciado a partir de 1998 este estudo verificou as tendências socioeconômicas antes da implantação em alguns bairros da cidade. Na tabela 19 visualizamos o comportamento das solicitações de reposição de lâmpadas e os principais motivos.

DIA	DIA SEM.	SOLIC	PO	CC	E	TOTAL	IA	OUTRA	%O	% IA
1	Quinta	64	22	15	27	64	47	17	26,6	73,4
2	Sexta	58	19	17	22	58	41	17	29,3	70,7
3	Sábado									
4	Domingo									
5	Segunda	51	15	20	16	51	40	11	21,6	78,4
6	Terça	48	15	18	15	48	38	10	20,8	79,2
7	Quarta	53	16	20	17	53	39	14	26,4	73,6
8	Quinta	49	19	17	13	49	35	14	28,6	71,4
9	Sexta	63	11	31	21	63	37	26	41,3	58,7
10	Sábado									
11	Domingo									
12	Segunda	59	15	34	10	59	41	18	30,5	69,5
13	Terça	45	14	22	9	45	31	14	31,1	68,9
14	Quarta	62	15	35	12	62	42	20	32,3	67,7
15	Quinta	55	13	23	19	55	40	15	27,3	72,7
16	Sexta	66	19	23	24	66	45	21	31,8	68,2
17	Sábado									
18	Domingo									
19	Segunda	61	11	21	29	61	45	16	26,2	73,8
20	Terça	70	13	25	32	70	42	28	40,0	60,0
21	Quarta	71	11	29	31	71	50	21	29,6	70,4
22	Quinta	67	18	27	22	67	51	16	23,9	76,1
23	Sexta	65	17	25	23	65	55	10	15,4	84,6
24	Sábado									
25	Domingo									
26	Segunda	51	12	22	17	51	39	12	23,5	76,5
27	Terça	59	20	26	13	59	41	18	30,5	69,5
28	Quarta	61	15	29	17	61	45	16	26,2	73,8
29	Quinta	59	13	31	15	59	42	17	28,8	71,2
30	Sexta	63	21	28	14	63	48	15	23,8	76,2
31	Sábado									
TOTAL		1300	344	538	418	1300	934	366		

Tabela-19 Solicitações dos contribuintes em março de 2000 antes da troca do sistema de iluminação da Cidade de Gravataí.

Nesta tabela podemos verificar que o maior número de solicitações 538 de reposição de lâmpada está relacionado com o caminho de casa e que a maior preocupação do contribuinte está relacionada com o assalto, chegando a uma média no mês de 72,02%. No entanto outras preocupações tais como estupro, drogas e prostituição somaram 27,08%. A tabela também mostra que o número de solicitações aumenta com a aproximação do final de semana. O percentual elevado de outras preocupações serviu para identificar os locais que estavam demandando maior cuidado e de melhorias no sistema de iluminação, ou seja, para atender a diminuição destas preocupações os contribuintes estavam solicitando aumentar o índice de luminosidade destes locais, pois mesmo com a troca do sistema de iluminação não era suficiente para diminuir o problema.

Na aplicação da ferramenta Weka visualiza-se os 23 atributos descritos no Quadro 1, bem como o número de solicitações e as preocupações dos contribuintes, em que somente o atributo inibe está selecionado, ou seja, o estudo comportamental fica mais visível aplicando a mineração.



Quadro 1 – Indicador de maior preocupação do contribuinte

A tabela 20 se refere ao período de março do ano de 2005, considerando as solicitações dos contribuintes. Após a troca do sistema antigo por iluminação de vapor de sódio o número de solicitações diminuiu como poderemos visualizar nesta tabela.

DIA	DIA SEM.	SOLIC	PO	CC	PE	TOTAL	IA	O	% O	% IA
1	Terça	45	14	15	16	45	37	8	17,8	82,2
2	Quarta	32	17	10	5	32	27	5	15,6	84,4
3	Quinta	39	9	11	19	39	32	7	17,9	82,1
4	Sexta	36	12	14	10	36	30	6	16,7	83,3
5	Sábado									
6	Domingo									
7	Segunda	48	17	19	12	48	40	8	16,7	83,3
8	Terça	43	19	11	13	43	41	2	4,7	95,3
9	Quarta	47	11	25	11	47	39	8	17,0	83,0
10	Quinta	43	13	29	1	43	39	4	9,3	90,7
11	Sexta	35	17	17	1	35	31	4	11,4	88,6
12	Sábado									
13	Domingo									
14	Segunda	44	20	15	9	44	39	5	11,4	88,6
15	Terça	34	15	11	8	34	28	6	17,6	82,4
16	Quarta	31	21	10	0	31	29	2	6,5	93,5
17	Quinta	37	16	14	7	37	33	4	10,8	89,2
18	Sexta	39	18	16	5	39	35	4	10,3	89,7
19	Sábado									
20	Domingo									
21	Segunda	46	22	12	12	46	41	5	10,9	89,1
22	Terça	42	27	8	7	42	38	4	9,5	90,5
23	Quarta	41	31	7	3	41	37	4	9,8	90,2
24	Quinta	37	14	15	8	37	31	6	16,2	83,8
25	Sexta	32	15	12	5	32	26	6	18,8	81,3
26	Sábado									
27	Domingo									
28	Segunda	56	22	15	19	56	51	5	8,9	91,1
29	Terça	42	13	14	15	42	39	3	7,1	92,9
30	Quarta	49	27	16	6	49	40	9	18,4	81,6
31	Quinta	35	20	13	2	35	33	2	5,7	94,3
TOTAL		933	410	329	194	933	816	117		

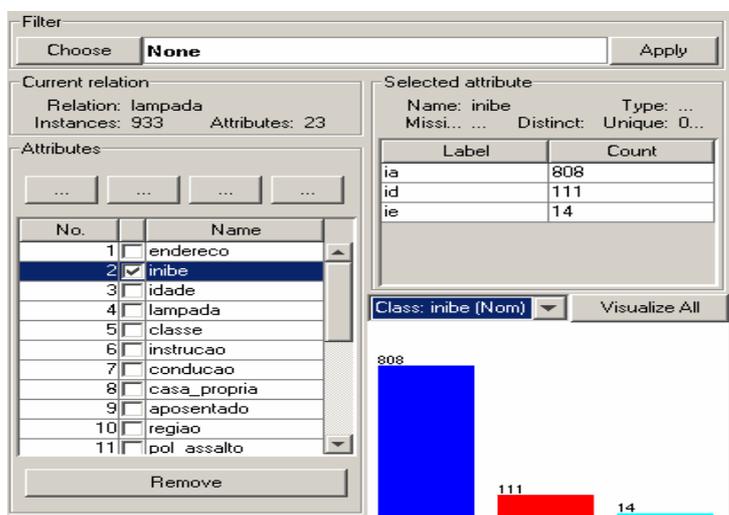
Tabela-20 Solicitações dos contribuintes em março de 2005.

Após dois anos com o sistema de iluminação com lâmpadas de VS.

Nesta tabela verifica-se também que o maior número de solicitações de reposição de lâmpadas está relacionado ao item parada de ônibus, isto é, com 329 solicitações e que a maior preocupação do contribuinte está relacionada com o assalto, chegando a uma média no mês de 87,4%. No entanto, outras preocupações tais como estupro, drogas e prostituição tiveram 12,6%. A tabela também mostra que o número de solicitações diminui com a aproximação do final de semana, bem como o número de solicitações em relação ao início da substituição do sistema de iluminação. Comparando as duas situações podemos concluir que a implantação de um novo sistema de iluminação contribui para a qualidade de vida dos

contribuintes e que a iluminação vem contribuir com a segurança reduzindo ou inibindo as agressões. Por outro lado, se verificou que o índice de outras preocupações noturnas como drogas e estupros foram reduzidos de 27,08% para 12,6% na média geral do mês. No entanto pode-se também verificar que os índices percentuais caracterizados como outros, em alguns dias, chegam à casa de um dígito. Esta mudança de comportamento do contribuinte se deve a implantação do novo sistema de iluminação. Outro fator importante que também contribuiu para uma maior participação dos contribuintes nos cuidados com a iluminação foi a cobrança da taxa de iluminação a partir de 2002, pois de uma forma geral o contribuinte ficou mais exigente neste aspecto e com isto favorecendo a diminuição de focos perturbadores.

Na aplicação da ferramenta Weka pode-se visualizar os atributos descritos no Quadro 2, bem como o número de solicitações e as preocupações dos contribuintes, em que somente o atributo inibe está selecionado, ou seja, o estudo comportamental fica mais visível aplicando a mineração. Neste quadro poderemos visualizar que o atributo inibe mostra a quantidade de contribuintes que demonstraram preocupação neste local. Para os contribuintes a maior preocupação está relacionada com a inibição a assalto.



Quadro 2 - Indicador de maior preocupação do contribuinte

### 6.3 Metodologia para a mineração de dados

Aplicação do Algoritmo Apriori para a descoberta das principais regras de associação ou padrões deste estudo. O algoritmo abaixo nos mostra um conjunto de 10 regras obtidas a partir da base de dados base de dados BDGEIP.

### 6.3.1 Algoritmo apriori para geração de regras

1. instrucao=sincompleto 335 ==> idade=maior 335 conf:(1)
2. instrucao=sincompleto casa\_propria=sim 299 ==> idade=maior 299 conf:(1)
3. instrucao=sincompleto aposentado=nao 286 ==> idade=maior 286 conf:(1)
4. classe=c casa\_propria=nao 273 ==> conducao=nao 270 conf:(0.99)
5. conducao=sim 393 ==> aposentado=nao 370 conf:(0.94)
6. inibe=ia classe=c 343 ==> conducao=nao 320 conf:(0.93)
7. idade=maior conducao=sim 327 ==> aposentado=nao 304 conf:(0.93)
8. casa\_propria=nao 551 ==> aposentado=nao 506 conf:(0.92)
9. lampada=aumento conducao=nao 292 ==> instrucao=primog 267 conf:(0.91)
10. lampada=aumento classe=c 315 ==> instrucao=primog 288 conf:(0.91)

A regra de número 6 mostra que inibe assalto teve 343 solicitações da classe C. A regra 10 mostra que 315 contribuintes da classe C solicitaram por aumento da potência da lâmpada e das 288 solicitações os contribuintes tinham o primeiro grau de escolaridade.

### 6.3.2 Algoritmos de árvore de decisão

O software Weka disponibiliza para uso dos conceitos de árvore de decisão as ferramentas ID3, J4.8 e outros algoritmos. A partir da elaboração da tabela de atributos com os dados e a verificação da possibilidade de existência de regras sobre a preferência de reposição de lâmpadas baseadas em outros atributos, foi elaborado um estudo da probabilidade do evento ocorrer de acordo com as declarações dos contribuintes.

Neste mesmo estudo agora vamos aplicar uma classificação utilizando o algoritmo de árvore de decisão (J48) para verificarmos qual a classe social que fez as solicitações. Poderemos visualizar através da matriz denominada de matriz descritora

```
=== Confusion Matrix ===
      a   b   c  <-- classified as
889  44   1 |  a = ia
 61 219   0 |  b = id
 64   5  17 |  c = ie
```

Este estudo mostrou os tipos de preocupações dos contribuintes relacionados com a classe social e o grau de preocupação da classe A, B e C.

Aplicando o algoritmo Id3 poderemos visualizar e fazermos uma comparação entre as matrizes, ou seja, o grau de confiança aumentou 87,3%, enquanto o algoritmo j48 fornece 86,5%.

```

=== Confusion Matrix ===
      a  b  c  <-- classified as
869  57  8 |  a = ia
 40 236  4 |  b = id
 49   6 31 |  c = ie

```

ALGORITMOS	Atributos	Instâncias classificadas corretamente	Instâncias classificadas incorretamente	Margem
ID3	Ia, instrução	1199	101	92,20%
J48	Ia, instrução	1116	184	85,80%

Tabela 21 comparação entre os algoritmos ID3 x J48

O algoritmo ID3 é um dos algoritmos que implementa árvore de decisão. E é um algoritmo recursivo de busca que procura, sobre um conjunto de atributos, aqueles que melhor se encaixam nas raízes das sub-árvores a serem construídas. Inicialmente, todos os atributos, menos o classificatório, são reunidos em um conjunto. Em seguida, o melhor atributo é escolhido e passa a ser a raiz da sub-árvore em construção. Para cada possível valoração deste atributo, é criada uma aresta até as futuras sub-árvores obtidas com a recursividade deste algoritmo. Os dois únicos critérios de parada são quando não há mais instâncias ou atributos a serem analisados [85]

O algoritmo J48 é uma melhora do Id3, ou seja, além de possuir as mesmas características, ele possui a vantagem de poder lidar com a poda (prunning) da árvore para evitar o sobre-ajustamento, com a ausência de valores, com a valoração numérica de atributos e com a presença de ruídos nos dados [47].

## Capítulo 7

### 7.0 Resultados

#### 7.1 Aplicação de testes para análise

Para determinação dos resultados corretos para a metodologia de projeto eficiente de iluminação pública utilizando parâmetros sócio-comportamentais, serão avaliados dois conjuntos de dados referentes ao período anterior à realização da troca do sistema de iluminação e do período posterior respectivamente. Para fins de avaliação serão a seguir geradas as regras de comportamento para o período anterior a troca do sistema, de modo a caracterizar a situação da comunidade em seus aspectos sociais e a partir de regiões que possuem distintas características de comportamento. Para o mesmo período serão também analisadas as estimativas de carga instalada no parque de iluminação no período anterior e posterior a troca do sistema de modo a avaliar o sistema elétrico quanto a sua eficiência.

##### 7.1.1 Geração de regras de associação a partir do algoritmo Apriori em 2000

A partir da base de dados BDGEIP descrita nos capítulos cinco e seis, foi feita a geração de regras de associação para as 10 regiões do município de Gravataí.

O algoritmo Apriori foi empregado na geração de regras de associação, conforme relatório abaixo:

=== Run information ===

Scheme: weka.associations.Apriori -N 400 -T 0 -C 0.9 -D 0.05 -U 1.0 -M 0.1 -S -1.0 -V -c -1

Relation: lampada

Instances: 1300

Attributes: 14

endereco

inibe

idade

lampada

classe

instrucao

conducao

casa\_propria

aposentado

regiao

pol\_assalto

pol\_estupros

pol\_drogas

pol\_roubo\_carro

=== Associator model (full training set) ===

## **Apriori**

=====

**Minimum support: 0.5 (650 instances)**

**Minimum metric <confidence>: 0.9**

**Number of cycles performed: 10**

**Generated sets of large itemsets:**

**Size of set of large itemsets L(1): 9**

**Size of set of large itemsets L(2): 30**

**Size of set of large itemsets L(3): 49**

**Size of set of large itemsets L(4): 42**

**Size of set of large itemsets L(5): 18**

**Size of set of large itemsets L(6): 3**

**De acordo com relatório, foi escolhida a geração de um conjunto de regras que abrangesse ao menos metade das solicitações da população e que tivesse um grau de confiança mínima de 90%. A fim de atingir estes índices foram experimentados como parâmetro de ajuste o número máximo de regras e, o número N=400 (400 regras) foi o número que atingiu a especificação.**

**Analisando as regras de associação obtidas pelo algoritmo Apriori foi possível obter o conjunto de regras a seguir.:**

- 1-A maioria dos contribuintes não são aposentados.**
- 2-A maioria dos contribuintes não possui condução.**
- 3-A maioria dos contribuintes possui casa própria.**
- 4-A maioria dos contribuintes são maiores de idade.**
- 5-A maioria das solicitações dos contribuintes tinha como principal motivação a inibição de assalto.**
- 6-O grau de instrução não se mostrou significativo para a construção de qualquer regra de associação.**
- 7-O parâmetro endereço também não foi significativo para a construção de qualquer regra de associação.**
- 8-O parâmetro classe social também não gerou nenhuma regra de associação.**
- 9-O parâmetro lâmpada, que indica que tipo de solicitação foi feita pelo contribuinte (instala, troca ou aumento) não gerou qualquer regra de associação.**

Além das regras acima, observa-se numero expressivo, porem menor do que a metade das solicitações, são de contribuinte com grau de instrução primeiro grau.

As regras acima permitem traçar um perfil do contribuinte, em seus parâmetros relevantes, e orientando a construção posterior das arvores de decisão.

#### 7.1.2 Geração de árvores de decisão com base nas regras obtidas no período de 2000

Neste mesmo estudo agora vamos aplica-se um algoritmo de classificação que utilizará apenas os parâmetros relevantes e necessários para obter-se estratégias de ação com respeito a gestão eficiente da iluminação publica.

Nesse sentido e com base nas regras de associação obtidas no item 7.1.1, observa-se que o perfil dos contribuintes é em sua maioria maior de idade, não é aposentado, possui casa própria e não possui veículo. Deste modo não serão considerados para o algoritmo de classificação os parâmetros:

- ✚ Idade;
- ✚ Aposentado;
- ✚ Casa própria;
- ✚ Condução.

Além dos parâmetros acima foi observado nas regras obtidas que o endereço, grau de instrução e tipo de solicitação de serviço não geraram qualquer regra de associação. Assim serão também excluídos para o algoritmo de classificação os parâmetros:

- ✚ Instrução;
- ✚ Endereço;
- ✚ Lâmpada.

Ainda segundo as regras de associação, a maioria das solicitações teve como motivação a inibição de assalto. Por outro lado, existem na BDGEIP parâmetros obtidos pelos registros policiais relativas às atividades criminosas ocorridas no mês considerado e expressos nos parâmetros ocorrências de assalto, ocorrência de estupros, ocorrências de venda e/ou consumo de drogas e ocorrências de roubo de carros.

Cabe ressaltar ainda que embora a classe social não tenha gerado regra de associação o parâmetro classe será mantido de forma a obter por parte do classificador uma árvore que estratifique por classe o comportamento do contribuinte e deste modo possa ser estabelecida uma relação, se existente do comportamento do contribuinte com referencia a sua classe socioeconômica.

Deste modo a árvore de decisão será gerada pela simplificação dos parâmetros anteriormente citados resultando o conjunto final de parâmetros:

- ✚ Inibe;
- ✚ Classe;
- ✚ Região;
- ✚ Pol\_assalto;
- ✚ Pol\_estupros;
- ✚ Pol\_drogas;
- ✚ Pol\_roubo\_carro.

#### 7.1.2.1 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro inibe

Uma vez que as solicitações dos contribuintes tinham alguma motivação específica, relativa à situação de segurança, o parâmetro inibe será usado para a geração da árvore de decisão descrevendo deste modo qual a classificação adequada relativa à motivação do solicitante.

=== Run information ===

```
Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2
Relation: lampada-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1,6-9-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R2-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R2
Instances: 1300
Attributes: 7
  inibe
  classe
  regioao
  pol_assalto
  pol_estupros
  pol_drogas
  pol_roubo_carro
Test mode: evaluate on training data
```

=== Classifier model (full training set) ===

#### J48 pruned tree

-----

```
pol_drogas = s
| pol_roubo_carro = s: ia (2.0)
| pol_roubo_carro = n: id (7.0/1.0)
pol_drogas = n: ia (1291.0/360.0)
```

Number of Leaves : 3

Size of the tree : 5

Time taken to build model: 0.11 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	939	72.2308 %
Incorrectly Classified Instances	361	27.7692 %
Kappa statistic	0.0231	
Mean absolute error	0.2859	
Root mean squared error	0.3781	
Relative absolute error	98.8975 %	
Root relative squared error	99.5088 %	
Total Number of Instances	1300	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.999	0.984	0.722	0.999	0.838	0.509	ia
0.021	0.001	0.857	0.021	0.042	0.511	id
0	0	0	0	0.504		ie

=== Confusion Matrix ===

```
 a b c <- classified as
933 1 0 | a = ia
274 6 0 | b = id
86 0 0 | c = ie
```

A árvore de decisão obtida pelo algoritmo J48 apresenta uma simplificação demasiada dos demais parâmetros que compõe a base de dados. Deste modo, as informações extraídas da árvore acima não apresentam nenhuma relevância visto que se sabe que existem ocorrências de assalto, atividades com drogas e roubos de carros, e que o contribuinte faz suas solicitações com respeito a estes tipos de atividade. Assim a árvore obtida pelo J48 não foi relevante para o estudo e, ainda mais, desconsiderou as ocorrências policiais de estupros.

A seguir será apresentado a árvore de decisão obtida pelo algoritmo ID3

INIBE:

=== Classifier model (full training set) ===

Id3

```
regiao = 1
| classe = a: ia
| classe = b
| | pol_assalto = s: id
| | pol_assalto = n: ia
| classe = c
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
```

```

regiao = 2
| pol_drogas = s: id
| pol_drogas = n
| | classe = a: ia
| | classe = b: ia
| | classe = c: ia
regiao = 3
| classe = a: ia
| classe = b
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
| classe = c
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
regiao = 4
| classe = a: ia
| classe = b: ia
| classe = c
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
regiao = 5
| classe = a
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
| classe = b
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
| classe = c
| | pol_drogas = s: id
| | pol_drogas = n
| | | pol_assalto = s: ia
| | | pol_assalto = n: ia
regiao = 6
| pol_drogas = s
| | pol_roubo_carro = s: ia
| | pol_roubo_carro = n: id
| pol_drogas = n
| | pol_estupros = s: id
| | pol_estupros = n
| | | classe = a
| | | | pol_assalto = s: ia
| | | | pol_assalto = n: ia
| | | classe = b
| | | | pol_assalto = s: ia
| | | | pol_assalto = n: ia
| | | classe = c
| | | | pol_assalto = s: ia
| | | | pol_assalto = n: ia
regiao = 7
| classe = a: ia
| classe = b
| | pol_estupros = s: id
| | pol_estupros = n
| | | pol_roubo_carro = s: ia
| | | pol_roubo_carro = n: ia
| classe = c
| | pol_estupros = s: ia
| | pol_estupros = n
| | | pol_drogas = s: ia
| | | pol_drogas = n: ia
regiao = 8
| pol_drogas = s: id
| pol_drogas = n
| | classe = a: ia
| | classe = b: ia
| | classe = c: ia
regiao = 9
| classe = a: ia
| classe = b
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
| classe = c: ia
regiao = 10
| classe = a
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia
| classe = b
| | pol_assalto = s: ia
| | pol_assalto = n: ia

```

```
| classe = c: ia
```

```
Time taken to build model: 0.02 seconds
```

```
=== Evaluation on training set ===
```

```
=== Summary ===
```

```
Correctly Classified Instances    943    72.5385 %
Incorrectly Classified Instances  357    27.4615 %
Kappa statistic                   0.0365
Mean absolute error              0.2736
Root mean squared error          0.3699
Relative absolute error          94.6644 %
Root relative squared error      97.3559 %
Total Number of Instances       1300
```

```
=== Detailed Accuracy By Class ===
```

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
1	0.975	0.723	1	0.84	0.626	ia
0.032	0	1	0.032	0.062	0.633	id
0	0	0	0	0.696		ie

```
=== Confusion Matrix ===
```

```
 a  b  c <-- classified as
934  0  0 | a = ia
271  9  0 | b = id
 86  0  0 | c = ie
```

A árvore obtida pelo algoritmo ID3 é bem mais completa. Nela observa-se de forma mais detalhada o comportamento do contribuinte com respeito aos demais parâmetros descritores da base de dados.

Pela árvore obtida pode-se constatar uma maior atividade de ocorrências policiais nas regiões 5,6 e7, e concordantes na maior parte dos casos, com a motivação de solicitação do contribuinte (parâmetro inibe).

### 7.1.2.2 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol\_assalto

A árvore de decisão obtida pelo algoritmo J48 de forma similar ao item inibe, apresentou uma árvore demasiadamente simplificada, sem relevância para o estudo. Neste sentido ela não será apresentada.

A seguir é apresentada a árvore de decisão obtida pelo algoritmo ID3:

```
POL_ASSALTO:
```

```
=== Classifier model (full training set) ===
```

```
Id3
```

```
regiao = 1
| classe = a: n
| classe = b
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: n
| classe = c
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
```

```

| | inibe = ie: n
regiao = 2: n
regiao = 3
| inibe = ia
| | classe = a: n
| | classe = b: n
| | classe = c: n
| inibe = id: n
| inibe = ie: n
regiao = 4
| classe = a: n
| classe = b: n
| classe = c
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: n
regiao = 5
| pol_roubo_carro = s: s
| pol_roubo_carro = n
| | classe = a
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
| | classe = b
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
| | classe = c
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id
| | | | pol_drogas = s: s
| | | | pol_drogas = n: n
| | | inibe = ie: n
regiao = 6
| pol_drogas = s
| | classe = a: null
| | classe = b: n
| | classe = c: s
| pol_drogas = n
| | classe = a
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
| | classe = b
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
| | classe = c
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
regiao = 7: n
regiao = 8: n
regiao = 9
| classe = a: n
| classe = b
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: null
| classe = c: n
regiao = 10
| classe = a
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: null
| classe = b
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: n
| classe = c: n

```

Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Evaluation on training set ===  
=== Summary ===

Correctly Classified Instances	1270	97.6923 %
Incorrectly Classified Instances	30	2.3077 %

```

Kappa statistic          0.3112
Mean absolute error     0.0417
Root mean squared error 0.1444
Relative absolute error  76.4952 %
Root relative squared error 88.0154 %
Total Number of Instances 1300

```

=== Detailed Accuracy By Class ===

```

TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  ROC Area  Class
0.194    0.001    0.875    0.194    0.318    0.892    s
0.999    0.806    0.978    0.999    0.988    0.892    n

```

=== Confusion Matrix ===

```

a  b <-- classified as
7  29 | a = s
1 1263 | b = n

```

Observa-se pela árvore obtida que as regiões 5 e 6 são as que apresentam ocorrências de atividades de assaltos segundo os registros da polícia no período considerado. Cabe notar que os contribuintes fizeram solicitações de mudança no sistema de iluminação em quase todas as regiões e notadamente pela motivação de inibição de assalto e drogas, embora, para a polícia não ocorreram registros de assaltos nas mesmas regiões dos contribuintes.

### 7.1.2.3 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol\_drogas:

POL\_DROGAS:

=== Classifier model (full training set) ===

Id3

```

pol_assalto = s
| classe = a: n
| classe = b
| | pol_roubo_carro = s: n
| | pol_roubo_carro = n: n
| classe = c
| | regioao = 1: n
| | regioao = 2: null
| | regioao = 3: n
| | regioao = 4: n
| | regioao = 5
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: s
| | | inibe = ie: null
| | regioao = 6
| | | inibe = ia
| | | | pol_roubo_carro = s: s
| | | | pol_roubo_carro = n: n
| | | inibe = id: s
| | | inibe = ie: null
| | regioao = 7: null
| | regioao = 8: null
| | regioao = 9: null
| | regioao = 10: null
pol_assalto = n
| inibe = ia
| | regioao = 1: n
| | regioao = 2: n

```

```

| | regio = 3: n
| | regio = 4: n
| | regio = 5: n
| | regio = 6: n
| | regio = 7
| | | classe = a: n
| | | classe = b: n
| | | classe = c
| | | | pol_estupros = s: n
| | | | pol_estupros = n: n
| | regio = 8: n
| | regio = 9: n
| | regio = 10: n
| inibe = id
| | regio = 1: n
| | regio = 2
| | | classe = a: n
| | | classe = b: n
| | | classe = c: n
| | regio = 3: n
| | regio = 4: n
| | regio = 5
| | | classe = a: n
| | | classe = b: n
| | | classe = c: n
| | regio = 6
| | | classe = a: n
| | | classe = b
| | | | pol_estupros = s: n
| | | | pol_estupros = n: n
| | | classe = c: n
| | regio = 7: n
| | regio = 8
| | | classe = a: n
| | | classe = b: n
| | | classe = c: n
| | regio = 9: n
| | regio = 10: n
| inibe = ie: n

```

Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Evaluation on training set ===  
 === Summary ===

Correctly Classified Instances	1293	99.4615 %
Incorrectly Classified Instances	7	0.5385 %
Kappa statistic	0.4592	
Mean absolute error	0.0087	
Root mean squared error	0.0658	
Relative absolute error	59.7915 %	
Root relative squared error	79.3941 %	
Total Number of Instances	1300	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.333	0.001	0.75	0.333	0.462	0.991	s
0.999	0.667	0.995	0.999	0.997	0.991	n

=== Confusion Matrix ===

```

a  b <-- classified as
3  6 |  a = s
1 1290 | b = n

```

Pela árvore acima, as únicas regiões que apresentaram registros de ocorrências de drogas de acordo com a polícia foram as regiões 5 e 6. Nestas mesmas regiões os contribuintes também se manifestaram solicitando troca no sistema de iluminação motivada pela inibição ao tráfico de drogas.

### 7.1.2.4 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol\_estupro:

POL\_ESTUPRO:

=== Classifier model (full training set) ===

Id3

```
regiao = 1: n
regiao = 2: n
regiao = 3: n
regiao = 4: n
regiao = 5: n
regiao = 6
| inibe = ia: n
| inibe = id
| | classe = a: n
| | classe = b
| | | pol_drogas = s: n
| | | pol_drogas = n: n
| | classe = c: n
| inibe = ie: n
regiao = 7
| classe = a: n
| classe = b
| | inibe = ia: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: n
| classe = c
| | inibe = ia
| | | pol_drogas = s: n
| | | pol_drogas = n: n
| | inibe = id: n
| | inibe = ie: n
regiao = 8: n
regiao = 9: n
regiao = 10: n
```

Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	1297	99.7692 %
Incorrectly Classified Instances	3	0.2308 %
Kappa statistic	0	
Mean absolute error	0.0042	
Root mean squared error	0.046	
Relative absolute error	78.8752 %	
Root relative squared error	95.8576 %	
Total Number of Instances	1300	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0	0	0	0	0.988	s	
1	1	0.998	1	0.999	0.988	n

=== Confusion Matrix ===

```
a  b <-- classified as
0  3 |  a = s
0 1297 |  b = n
```

Pelas ocorrências policiais registradas no período, existe uma quantidade reduzida de registros de estupros. A árvore de decisão gerada reflete isto, na medida em que apresenta as regiões 6 e 7 tiveram atividades criminosas associadas a drogas,

mas não conseguiu classificar corretamente as ocorrências de estupros. O contribuinte, por sua vez apresentou como motivação inibição estupro na região 6.

O erro pode ser constatado na matriz de confusão onde não foi classificada nenhuma ocorrência de estupro.

### 7.1.2.5 Árvore de decisão gerada segundo o parâmetro pol\_roubo\_carro:

POL\_ROUBO\_CARRO:

=== Classifier model (full training set) ===

Id3

```

pol_assalto = s
| regio = 1: n
| regio = 2: null
| regio = 3: n
| regio = 4: n
| regio = 5
| | classe = a: n
| | classe = b
| | | pol_drogas = s: s
| | | pol_drogas = n: s
| | classe = c: n
| regio = 6
| | pol_drogas = s
| | | inibe = ia: s
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: null
| | pol_drogas = n: n
| regio = 7: null
| regio = 8: null
| regio = 9: n
| regio = 10: n
pol_assalto = n
| regio = 1: n
| regio = 2: n
| regio = 3: n
| regio = 4: n
| regio = 5: n
| regio = 6: n
| regio = 7
| | classe = a: n
| | classe = b
| | | inibe = ia: n
| | | inibe = id: n
| | | inibe = ie: n
| | classe = c: n
| regio = 8: n
| regio = 9: n
| regio = 10: n

```

Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	1298	99.8462 %
Incorrectly Classified Instances	2	0.1538 %
Kappa statistic	0.8326	
Mean absolute error	0.0026	
Root mean squared error	0.0364	
Relative absolute error	26.6377 %	
Root relative squared error	53.6841 %	
Total Number of Instances	1300	

=== Detailed Accuracy By Class ===

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.833	0.001	0.833	0.833	0.833	0.997	s
0.999	0.167	0.999	0.999	0.999	0.997	n

=== Confusion Matrix ===

```

a  b <-- classified as
5  1 | a = s
1 293 | b = n

```

O parâmetro `pol_roubo_carro`, apresenta os registros policiais de furtos de veículos ocorridos nas regiões de estudo. Verifica-se deste modo, e de acordo com a polícia um número expressivo de furtos de veículos (21 ocorrências registradas) no período de tempo considerado. Assim para refletir de forma verdadeira o comportamento social da comunidade em estudo, faz-se necessária a inclusão desta árvore de decisão. Cabe salientar que os contribuintes por sua vez sempre se manifestaram como motivação a inibição aos assaltos, associando os furtos de veículos a esta categoria. Deste modo a região 5 e 6 apresentaram atividades de furtos de veículos.

### 7.1.3 Ações de gestão adotadas

De acordo com a análise feita nas árvores de decisão deve-se adotar um cronograma de ações de gestão no sistema de iluminação que atendam adequadamente tanto as efetivas atividades criminosas nas regiões, quanto as manifestações dos contribuintes através do registro de suas motivações para a alteração do sistema de iluminação. Deste modo, as ações de implantação de eficiência energética de iluminação pública serão realizadas segundo as prioridades relacionadas abaixo:

- ✚ Prioridade 1 - região 5 e 6;
- ✚ Prioridade 2 - região 7;
- ✚ Prioridade 3 - região 1, 2 e 4;
- ✚ Prioridade 4 - região 3;
- ✚ Prioridade 5 - região 8,9,10;

#### **7.1.4 Geração das regras de associação algoritmo Apriori em 2005**

A partir da base de dados BDGEIP descrita nos capítulos cinco e seis, foi feita a geração de regras de associação para as 10 regiões do Município de Gravataí obtendo a listagem de regras a seguir.

De acordo com relatório, foi escolhida a geração de um conjunto de regras que abrangesse ao menos metade das solicitações da população e que tivesse um grau de confiança mínima de 90%. A fim de atingir estes índices foram experimentados como parâmetro de ajuste o número máximo de regras e, o número N=1000 (1000 regras) foi o número que atingiu a especificação.

Analisando as regras de associação obtidas pelo algoritmo Apriori foi possível obter o conjunto de regras a seguir.:

- 1-A maioria dos contribuintes não são aposentados.
- 2-A maioria dos contribuintes possui condução. Isto é uma diferença significativa no perfil dos contribuintes, visto que em 2000 a maior parte dos contribuintes não possuía veículos.
- 3-A maioria dos contribuintes possui casa própria.
- 4-A maioria dos contribuintes são maiores de idade.
- 5-A maioria das solicitações dos contribuintes tinha como principal motivação a inibição de assalto.
- 6- A maior parte das solicitações foi para a troca de lâmpadas, sendo que uma parte delas sem nenhuma motivação específica enquanto que um pouco mais da metade das solicitações aproximadamente 572 solicitaram troca de lâmpada tendo como principal motivação a inibição a assalto.
- 7- Novamente o grau de instrução não se mostrou significativo para a construção de qualquer regra de associação.
- 8-Novamente o parâmetro endereço também não foi significativo para a construção de qualquer regra de associação.
- 9-Novamente o parâmetro classe social também não gerou nenhuma regra de associação.

Foi gerada uma regra de associação simplificada retirando os atributos endereço, idade, aposentado, casa própria e instrução. Como consequência o número de regras geradas para atender mais da metade das solicitações registradas

com grau de confiança superior a 90% foi de N=300 (trezentas regras). Mesmo nesta nova base de dados simplificada a regras gerais que definiram o novo perfil de comportamento social dos contribuintes manteve-se inalterada conforme descrito anteriormente.

## 7.2 Análise comparativa 2000 e 2005

Observa-se com base nas solicitações dos contribuintes em 2000 e 2005, e nas regras de associação obtidas pelo algoritmo Apriori, que o perfil do contribuinte é notadamente diferente, sendo que em 2000, o contribuinte expressava preocupações quanto a alteração de qualquer tipo no sistema de iluminação pública com a motivação de inibição de assalto. Este contribuinte em 2005, agora possui veículo, e deste modo suas solicitações quanto a inibição de assalto refletem sua preocupação com o furto de veículos que está mapeado no mesmo parâmetro de solicitação registrado no call center. Além disso, o contribuinte de 2005 apresenta significativa manifestação quanto ao tipo de serviço a ser efetuado na manutenção, solicitando troca de lâmpada, o que demonstra uma mudança característica no comportamento.

Deste modo, para 2005, constata-se um aumento nas solicitações motivadas por inibição de assalto, embora o perfil do contribuinte seja diferente do que o contribuinte de 2000.

### 7.2.1 Análise quanto a eficiência energética com respeito a carga.

A potencia instalada no parque de iluminação da Cidade de Gravataí em 2000 era de 5.200kW kw para 18 mil pontos.

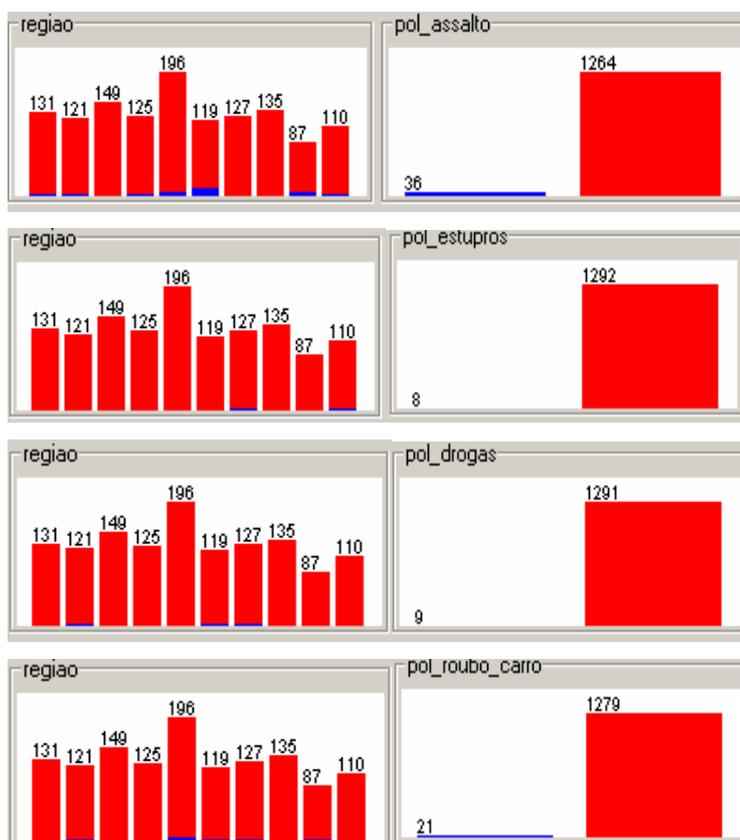
A potencia instalada no parque de iluminação da Cidade de Gravataí em 2005 é de 5.350 kW para 25 mil pontos.

Observa-se um aumento da carga instalada de apenas 2,8%, enquanto que no mesmo período o número de pontos instalados aumenta em 28,8%. Neste sentido, pode-se notar uma expressiva mudança na carga média por ponto instalada que, em 2000 era de 327W e em 2005 passa a ser de 186W por ponto instalado. Tais valores comprovam que a eficiência de energia da iluminação foi alcançada.

## 7.2.2 Análise da situação sócio comportamental em 2000 e 2005

O quadro 3 mostra o número de ocorrências policiais no período de março de 2000 [71]:

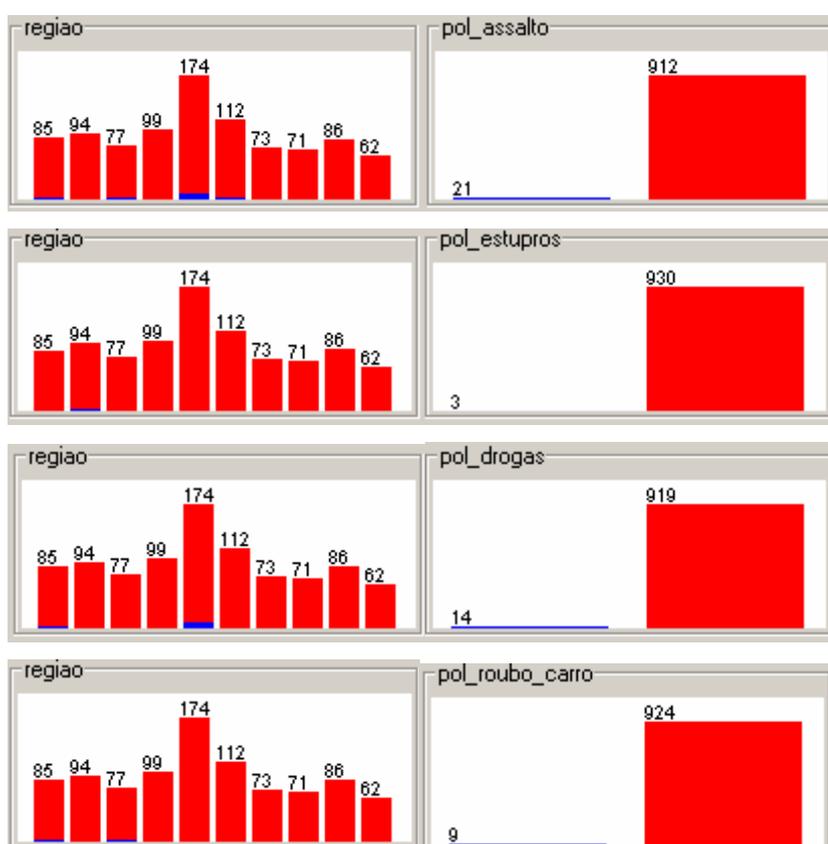
- ✚ Ocorrências em assaltos nas regiões {1,2,4,5, 6,9 e 10} em um total no período de 36 ocorrências;
- ✚ Ocorrências com envolvimento de drogas nas regiões {2,6 e7} em um total no período de 9 ocorrências;
- ✚ Ocorrências com envolvimento em estupros nas regiões {7 e 10} em um total no período de 8 ocorrências;
- ✚ Ocorrências com envolvimento a roubo e/ou furto de veículos nas regiões {1,2,4,5,6,7, 9 e 10} em um total no período de 21 ocorrências .



Quadro 3 ocorrências policiais em março de 2000 - MD

O quadro 4 mostra o número de ocorrências policiais no período de março de 2005[71]:

- ✚ Ocorrências em assaltos nas regiões {1,3,5 e 6,} com 21 ocorrências policiais neste período;
- ✚ Ocorrências com envolvimento em estupros nas regiões {2,5} com 3 ocorrências policiais neste período;
- ✚ Ocorrências com envolvimento de drogas nas regiões {1,3,5,6} com 14 ocorrências policiais neste período;
- ✚ Ocorrências com envolvimento a roubo e ou furto de veículos nas regiões {1,3,5,6 e 7} com 9 ocorrências policiais neste período.



Quadro 4 ocorrências policiais em março de 2005 - MD

Na tabela 22 poderemos visualizar o mapa de ocorrências policiais no período de março de 2000 e março de 2005, bem como as regiões de maior incidência.

Região	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Assalto 2000	s	s	s	s	s	s			s	s
Estupros 2000						s	s			
Drogas 2000		s			s	s	s	s		
Veículos 2000	s	s		s	s	s	s	s	s	
Assalto 2005	s		s		s	s				
Estupros 2005		s			s					
Drogas 2005	s		s		s	s				
Veículos 2005	s		s	s	s	s	s			

Tabela 22 Ocorrências policiais por regiões

## Capítulo 8

### 8-Conclusões

#### 8.0 Considerações finais e trabalhos futuros

#### 8.1 Considerações finais.

A elaboração deste trabalho teve como principais objetivos ressaltar a aplicação da informática e a sua notória importância, a utilização da Tecnologia da Informação, no desenvolvimento de um banco integrado de dados sócio-comportamentais e dados sociais acrescentados ao parque de iluminação. A partir disso, identificar padrões ou tendências de cada área no tocante a segurança e sua influência referente a uma iluminação deficiente. Ademais, de que maneira a identificação destes padrões podem favorecer a identificação de pontos críticos, com a integração da segurança pública fazendo a correção destes pontos críticos.

Neste estudo foi feita uma explanação da importância da iluminação com melhorias na qualidade de vida, utilizando como referencia as normas recomendadas pelo programa Reluz. Este programa estimula a informatização das prefeituras a fazerem inventário de seu parque tecnológico, facilitando deste modo a utilização da informática neste meio, pela necessidade, por parte da prefeitura de executar e manter um histórico descritivo da demanda de energia bem como gastos com iluminação. A esta base de dados gerada pelo atendimento ao programa eficiência de energia, esse trabalho propôs o acréscimo de base de dados, com a descrição de fatores sócio culturais e econômicos nos quais se tornem possíveis estudos mais aprofundados e com maior grau de certeza.

A implantação de sistema de gestão eficiente na iluminação pública, com a inclusão de novas ferramentas não somente na informática, mas aplicada à área de projetos, com sistemas georeferenciados, novas tecnologias no sistema de comunicação e novas tecnologias no sistema de iluminação através do LED. A aplicabilidade de novas tecnologias que venham diminuir o impacto de agressividade poluidora em nosso planeta.

Neste contexto de avanço depende também de pessoal capacitado para estas áreas. Podemos dizer que contribuinte, prefeitura, fabricantes, profissionais de um modo geral e o nosso próprio planeta estão sendo beneficiados. Foi ressaltada a mineração de dados no sistema de iluminação pública identificando estes

parâmetros sócio-comportamentais, possibilitando o mapeamento de determinadas tendências em bairros, áreas de lazer, no entorno de estabelecimentos de ensino, com relação ao crime organizado (drogas), segurança inibindo assalto e agressões seguidas de estupros.

O estudo da mineração de dados foi aplicado utilizando a ferramenta Weka, aplicado-se o algoritmo Apriori na geração de regras associativas, de modo a obter-se um perfil geral do comportamento do contribuinte, suas necessidades e características sócio-comportamentais. O algoritmo árvore de decisão J48 e ID3 foram aplicados posteriormente e baseado no perfil obtido nas regras de associação, de modo a obter-se um conjunto de árvores de decisão orientada pelos parâmetros mais relevantes e que claramente indicassem as ações de gestão em iluminação que deveriam ser realizadas. Neste sentido, pode-se dizer que a mineração de dados foi bem sucedida e futuramente poderá ser utilizada em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, em parceria com a polícia do município ou a Brigada Militar na eventualidade de identificar problemas e a sua atuação ser feita conjuntamente com estes órgãos.

Este estudo realizado em diferentes anos, respectivamente os anos de 2000 e 2005 e inicialmente aplicado no Município de Gravataí, onde se conseguiu colher a todo o conjunto de dados suficientes para realização deste trabalho, bem como sua comprovação através de resultados prático e factuais. Neste sentido a mineração de dados mostrou os padrões de comportamento que podem ser comparados a outras cidades de porte médio no Brasil.

## 8.2 Trabalhos futuros

Sugeres-se a implantação de projeto de Data Warehouse no sistema de iluminação pública com a construção de bases de dados bem definidas e que possam servir, não somente de apoio a tomada de decisão no aspecto técnico, mas também com a inclusão de dados sociais do município, gerando um histórico. A implantação de um DW irá facilitar a aplicação de ferramentas de mineração de dados no aspecto técnico, fornecendo informações rápidas com relação à demanda e valores pagos em anos anteriores na Iluminação Pública, bem como a evolução dos custos gastos com equipamentos e quais dos equipamentos que mais foram substituídos no sistema de iluminação e quanto foi gasto em ampliação na IP. No aspecto econômico,

**obter rápidas informações quanto à arrecadação do Custeio de Iluminação Pública (CIP), assim como a quantidade de inadimplentes em determinado período. No aspecto social o histórico das tendências comportamentais dos diferentes bairros da cidade, bem como focos migratórios de atitudes quanto ao tráfico de drogas, estupros, assaltos e prostituição. Desta forma poderá contribuir para o crescimento e desenvolvimento planejado do município.**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ 1 ] NBR 5101 -Associação Brasileira de Normas Técnicas, Iluminação Pública. Rio de Janeiro, 1992.
- [ 2 ] <http://www.gelighting.com/br/business/faq.htm> (Janeiro 2007).
- [ 3 ] OSRAM DO BRASIL – Lâmpadas Elétricas Ltda: Histórico da Empresa, endereço eletrônico [www.osram.com.br](http://www.osram.com.br) (Fevereiro 2007).
- [ 4 ] ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A-Endereço eletrônico [http://www.eletrobras.gov.br/EM\\_empresa.asp](http://www.eletrobras.gov.br/EM_empresa.asp) (Janeiro de 2007)
- [ 5 ] OSRAM DO BRASIL : Manual Luminotécnico Prático, endereço eletrônico [www.osram.com.br](http://www.osram.com.br) (Fevereiro 2007)
- [ 6 ] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica –histórico lâmpada VS em túneis <http://www.aneel.gov.br> (Dezembro de 2006)
- [ 7 ] ANEEL - Agência Nacional de Energia: Elétrica-Programa Reluz – Endereço eletrônico [http://www.aneel.gov.br/EM\\_programas\\_reluz](http://www.aneel.gov.br/EM_programas_reluz) - (Janeiro de 2007).
- [ 8 ] AKISHINO, P.,Apostila: Algumas Técnicas de Engenharia de Tráfego na Redução de Prevenção de Acidentes de Trânsito – Capítulo 09.
- [ 9 ] KAHN,T., ZANETIC,A., Papel dos Município na Segurança Pública- Estudos Criminológicos – Julho de 2005
- [10] ELETROBRAS E A HISTÓRIA DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO Brasil. Rio de Janeiro, Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1995.

- [11] JANNUZZI, G.M.,- O Horário de Verão: Sua origem e seu propósito <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/hverao.pdf> (Janeiro 2007).
- [12] PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA-15 de Outubro de 2004 -endereço eletrônico <http://www.sorocaba.gov.br> (Janeiro de 2007).
- [13] FAYYAD, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework. In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. Eds.: Simoudis, E.; Han, J.; Fayyad, U. Agosto, 1996.
- [14] KAEHLER, J. W. M., Un Outil d'Aide à la Decision et de Gestion des Actions pour la Maîtrise de la Demande d'énergie – de la Conception au Développement. Paris, 1993. Tese de Doutorado – Ecole Nationale Supérieure des Mines.
- [15] HAN, J., KAMBER, M. Data Mining: concepts and techniques. São Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2001.
- [16] RODRIGUES, A.M; técnicas de *Data Mining* classificadas do ponto de vista do usuário. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE Rio de Janeiro, 2000.
- [17] SOUZA, R. S. F; Planejamento Integrado de Recursos no Fornecimento de Água tratada para o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza: Proposta de Metodologia. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC, 2003.
- [18] KOZLOFF, K.; COWART, R.; JANNUZZI, G.M.; MIELNIK, O. – Energia Recomendações para uma Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício –USAID, Campinas, 2001.

- [19] BERRY, M. W., Understanding search engines: mathematical modeling ant text retrieval. Sian, 1999.
- [20] CAMPOS, A., Gerenciamento pelo lado da demanda: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia (EP, FEA, IEE, IF) da Universidade de São Paulo, 2004.
- [21] GEWLLINGS, W. C. & CHAMBERLIN, H.J. Demand-Side Management: Concepts and Methods.2.ed.Liburn, The Fairmont Press, Prentice Hall, p.451, 1993.
- [22] THE UNIVERCITY OF WAIKATO-Weka 3 – Machine learning Software in Java. Disponível no site da Universidade de Waikato-<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/index/html>.
- [23] INMON, W.H. Como construir o Data Warehouse, Rio de Janeiro, Campos. 1997.
- [24] PROCEL. Plano de ação 95/97 – Rio de Janeiro
- [25] PROCEL RELUZ - Manual de Instruções/PROCEL,PROCEL RELUZ - Ed.Atual.-Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2004
- [26] SILVA, M.L., Luz Lâmpadas & Iluminação-3.ed. -Rio de Janeiro:Ciência Moderna Ltda,2004
- [27] NBR-15129 – Luminárias para iluminação públicos-Requisitos particulares Associação Brasileira de Normas Técnica. Rio de Janeiro – 2004.
- [28] PHILIPS, 2007 -Iluminação com tecnologia em LED – endereço eletrônico <http://luz.philips.com> (Janeiro de 2007).

- [29] CAMBRAIS, M.S., Proposta de Gestão da Iluminação Pública para os Municípios de Pequeno a médio Porte – endereço eletrônico [www.cefetsp.br/edu/sinergia/7p8c.html](http://www.cefetsp.br/edu/sinergia/7p8c.html) (Janeiro de 2007).
- [30] NBR 13593- Associação Brasileira de Normas Técnicas, Reator ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão. Rio de Janeiro.
- [32] NBR 5123-Associação Brasileira de Normas Técnicas, Relé fotelétrico e tomada para iluminação. Rio de Janeiro, 1998.
- [33] NBR-IEC 1167-Associação Brasileira de Normas Técnicas, Lâmpadas a vapor multimetálicos .
- [34] SILVA, L.L.F Iluminação Pública no Brasil: Aspectos energéticos e institucionais. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Março de 2006.
- [35] GPS –endereço eletrônico [www.gps.com.br](http://www.gps.com.br) (Janeiro 2007).
- [36] DALFOVO, O. A. SAMMI NEWTON, Quem tem informação é mais competitivo, Blumenau, Acadêmica, 2000.
- [37] MANÃS, A.V., Administração da Informática, São Paulo, Ed.Érica, 1994.
- [38] AMARAL,F.C.N., Data Mining – Técnicas e aplicações para o marketing direto. São Paulo, Ed.Berkeley, 2001.
- [39] GROTH, R., Data Mining: a hands-on approach for business professional. New Jersey, 1997.264p.
- [40] CODI – Comitê de Distribuição (Abradee): Iluminação Pública, Procedimentos Comerciais, Recomendações, Rio de Janeiro, 1984

- [41] **BIGHETTI, P.,** **Intervias : Tráfego noturnos em rodovias-incentivo a acidentes uma visão médica**
- [42] **FILHO, J.V.S.,-XVIII Fórum Nacional : Porque o Brasil não é um país de alto crescimento? (fora do desenvolvimento não há salvação), endereço eletrônico: <http://forumnacional.org.br> – 15 a 18 de Maio de 2006 (Janeiro de 2007).**
- [43] **MANUAL : Prevenção Comunitária do Crime e da Violência em áreas Urbanas da América Latina: Um guia de Recursos para Municípios 2001.– Endereço eletrônico <http://csir.co.za/shs> (Dezembro 2006)**
- [44] **HAN J. & KAMBER M.,Data Mining: Concepts and techniques-Academic press – London, pages[ 225- 275],2001**
- [45] **AGRAWAL,R.,SRIKANT,R. Fast algorithms for mining association rules, 1994.**
- [46] **OCHI,S.L.,DIAS, R.C.,SOARES,E.S.F., Clusterização em Mineração de dados : Mini Curso –PPGC, Instituto de Computação Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.**
- [47] **QUILAN, J. R. Induction of Decision Tree : Machine learning pages[81-106], 1986.**
- [48] **CLEMENTINE, 6.0 User’s guide, Copyright by SPSS, Inc. Printed United States of America,2001.**
- [49] **VELLASCO,M.A.M.,LOPES,C.H.: Apostila-Descoberta de Conhecimento e Mineração de Dados – Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada (ICA), Departamento de Engenharia Elétrica – PUC - Rio de Janeiro, 1999.**

- [50] SILVA, L.E. & MENEZES, E.M., Da Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação - 3.ed.rev.atual.-Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC,2001.
- [51] REZENDE,S.O., Coordenadora et al, Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações,Ed.Monole Ltda, Barueri, SP, 2003.
- [52] DALLA ZEN, A.M., Introdução à Prática da Pesquisa-Universidade Viva-Fabico UFRGS- 1998/2.
- [53] OLIVEIRA, A.F.N Uma Metodologia de Uso de Técnicas de Indução Para Criação de Regras de Sistemas Especialista, Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2001.
- [54] SENASP – Mapa de ocorrências – endereço eletrônico <http://www.mj.gov.br/senasp/> - (Fevereiro 2007)
- [55] MINISTÉRIO DA JUSTIÇA – Secretaria Nacional de Segurança Pública – Senasp, Departamento de Pesquisa, 11/10/2006 –endereço eletrônico : <http://www.mj.gov.br/> –(Janeiro 2007).
- [56] UNESCO:Pesquisa Nacional Violência, Aids e Drogas nas Escolas – Perguntou-se ao informante: Você já viu alguém fumando drogas nas escolas, 2001,endereço eletrônico <http://www.unesco.org.br> (Fevereiro 2007).
- [57] CADAU, V.M.;LUCINDA, M.C.;NASCIMENTO, M.G. Escola e Violência, Rio de Janeiro, Ed.PD&A, 1999.
- [58] HARRISON, T.H., Intranet Data Warehouse, Ed.Berkeley 1998.
- [59] FREITAS, A.A. Understanding the Crucial Differences Between Classification and Discovery Rules - a position paper.In ACM SIGKDD Explorations,2000.

- [60] **CRISP-DM : Cross Industry Standard Process for Data Mining, Printed in the United States of America, 2001.**
- [61] **FAUSETT, L.V. Fundamentals of Neural Networks. Architecture, Algorithms and Applications. Prentice Hall International. Inc Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.**
- [62] **RUSSEL, S.; NORVIK, P. Artificial Intelligence : A Modern Approach. 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall, 1995.**
- [63] **COSTA, S.F. Introdução Ilustrada à Estatística, Ed. Harbra Ltda, 3<sup>a</sup>ed., 1998.**
- [64] **CEEE-Companhia Estadual de Energia Elétrica., Divisão Comercial Endereço eletrônico [www.ceee.com.br](http://www.ceee.com.br) (Maio 2006).**
- [65] **HECKERMAN, D.; GEIGER, D.; CHICKERING, D. Learning Bayesian Networks: The Combination of Knowledge and Statistical Data. Machine Learning, 1995.**
- [66] **FU, L. Neural Networks In Computer Intelligence. Ed. MacGraw Hill, 1994.**
- [67] **HAYK, H.S., Neural Networks : A Comprehensive Foundation, Macmillan College Publishing Company, New York, NY, 1994.**
- [68] **DHAR, V.; STEIN, R., Seven Methods for Transforming Corporate Data Into Business Intelligence, Prentice Hall, 1997.**
- [69] **PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, Secretaria Municipal da Cultura, endereço [www.portoalegre.rs.gov.br](http://www.portoalegre.rs.gov.br) (Fevereiro – 2007)**
- [70] **GOEBEL, M.; GRUENWALD, L. Survey of Data Mining and Knowledge Discovery Software Tools. ACM SIGKDD, 1999.**

- [71] **DELEGACIA DE POLÍCIA – Primeira e Segunda Delegacias de Polícia da Cidade de Gravataí.**
- [72] **DETRAN – Departamento Nacional de Trânsito : Estatísticas, endereço eletrônico, [www.detran.rs.gov.br](http://www.detran.rs.gov.br) (Fevereiro 2007).**
- [73] **KIMBALL, R., The Data Warehouse Toolkit, Johns Wiley & Sons Inc., New York, 1996.**
- [74] **PREFEITURA MUNICIPAL DE GRAVATAÍ, Secretaria Municipal Especial de relações Comunitárias, endereço [www.gravatai.rs.gov.br](http://www.gravatai.rs.gov.br) (Fevereiro 2007).**
- [75] **DURKIN, J., Expert Systems: Design and Development. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1994**
- [76] **PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, Sistema de Iluminação Pública – Diretrizes Gerais para Estudos e Projetos, SETRAN, agosto 2006**
- [77] **TIM JACKSON, Efficiency Without Tears - “No Regrets” Policy to Combat Climate Change. Friends of the Earth, Londres, 1992.**
- [78] **WAIDE, P. international Agency –Sustentable Energy fórum, Amsterdam, 4 de Abril de 2007.**
- [79] **FARRINGTON, D.P. & WELSH, B.C – 2002, “Improved street lighting and Crime Prevention” , Justice Quarterly, vol. 19, nº 2, pp. 313 - 342**
- [80] **JANNUZZI, G.M., DORNELLAS, V.F.S., BITTENCOURT, M.F.L – Implementação e Avaliação de Programas de Iluminação Eficiente no Setor Residencial, endereço eletrônico <http://www.fem.unicamp.br>**

- [81] **GREENLIGHT, Linhas de Orientação do Programa Europeu – European Commission, Joint Research Center, endereço eletrônico <http://www.eu-greenlight.org> (maio de 2007).**
- [82] **QUADROS, W.J & ANTUNES, D.J.N, Classes Sociais e Distribuição de Renda no Brasil nos anos 90, Cadernos do CESIT nº30, Campinas outubro 2001.**
- [83] **MANUAL – Metodologia e Critérios Empregados no Brasil Para Classificar os Estratos Sociais – PUC – Rio de Janeiro – Certificação digital 0220867/CA.**
- [84] **IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, endereço eletrônico [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (último acesso junho 2007)**
- [85] **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Implementação da Lei de Eficiência Energética, Relatório de atividade – Maio a Dezembro de 2002.**

## **Anexo A - Grandezas e Fundamentos de Eletricidade**

### **A.1 Carga de Ponta**

**Quantidade de energia consumida no horário de pico do atendimento (normalmente entre 18horas e 22horas).**

### **A.2 Carga Instalada**

**Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos (lâmpadas) na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento é expressa em quilowatts(kW).**

### **A.3 Carga demandada**

**Maior média de demanda medida em um intervalo de 60 segundos e verificada em um determinado período de referência.**

### **A.4 Consumo de energia elétrica**

**Quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, sendo a unidade mais utilizada o (kwh).**

### **A.5 Conservação de Energia**

**Existe uma preocupação crescente de utilizar equipamentos que consumam a menor quantidade possível de energia (mais eficientes), para realizarem uma mesma tarefa evitando o desperdício de energia elétrica, e desta forma representar uma economia de recursos adiando a necessidade de construir novas usinas geradoras de eletricidade e de seus sistemas de transmissão e distribuição. Na iluminação pública através do programa Reluz os projetos são elaborados no sentido de atender este tópico utilizando lâmpadas de vapor de sódio que possui uma alta eficiência luminosa (lumens/Watt).**

### **A.6 Fator de Carga**

**É o quociente entre a potência média e a potência máxima**

### **A.7 Horário de ponta**

**Período definido pela concessionária e composta por três horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico.**

## Anexo B Tópicos e Fundamentos da Iluminação

### B.1 – Visão humana

É constituído por uma lente (cristalino) que focaliza a luz sobre a retina, estes sinais luminosos são transformados em sinais elétricos e são levados ao cérebro através do nervo ótico. A retina possui dois tipos de terminações nervosas os bastonetes e os cones. Os bastonetes são muito sensíveis à luz e os cones às cores.

Durante o dia ambos intervêm, predominam nos cones (visão fotótica), enquanto durante a noite atuam mais os bastonetes(visão escópica). A maior sensibilidade para o comprimento de onda de  $0,55\mu$  (amarelo- esverdeado) e corresponde ao comprimento de onda de 555nm.

Curva de sensibilidade do olho a radiações monocromáticas

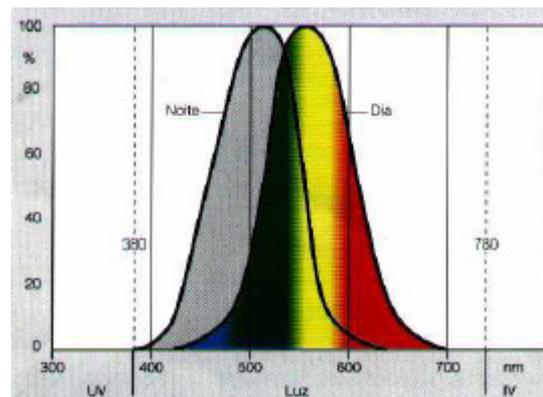


Figura B.1 Sensibilidade do olho humano ao espectro luminoso[5]

### B.2 Campo visual do ser humano

Horizontal entre 160 e 180 graus e vertical entre 110 e 130 graus

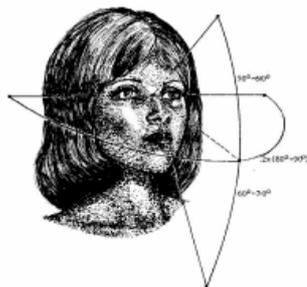


Figura B.2 campo visual [ 41 ]

A 50 quilômetros um motorista tem uma visão periférica de 90 graus

**A 100 quilômetros quem está no volante tem um ângulo restrito de 40 graus**

**A iluminação no sentido contrário ofusca a visão do motorista afetando-a por aproximadamente 20 minutos.**

**Visão restrita – a profundidade de campo cai de 250 metros a luz do dia para 40 a 50 metros durante o período noturno.**

**Riscos ocultos – à noite, um animal ou um obstáculo só serão percebidos dentro de um ângulo de visão do motorista e à distância aproximada de 60 metros [41].**

### **B.3 – Fluxo luminoso (lâmpada)**

**A eficiência do fluxo luminoso artificial está diretamente relacionada à eficiência luminosa ( $\theta$ ) fonte de luz, que é caracterizada pela relação entre fluxo luminoso( $\theta$ ) emitido e a potência requerida, ou seja, é a potência de energia luminosa de uma fonte emitida em todas as direções e percebidas pela visão humana. A unidade é o lúmem (lm).**

### **B.4 – Eficiência luminosa**

**A eficiência luminosa de uma fonte de luz é o quociente entre o fluxo luminoso total emitido em lúmens, pela potência elétrica ativa consumida expressa em watts. A unidade é lumens por Watt (lm/W). Quanto maior for o valor da eficiência luminosa de uma fonte de luz (lâmpada), mais será emitida para uma mesma quantidade de energia elétrica utilizada. A Eficiência luminosa é muito importante para a conservação de energia e utilizada para os sistema eficiente de iluminação pública.**

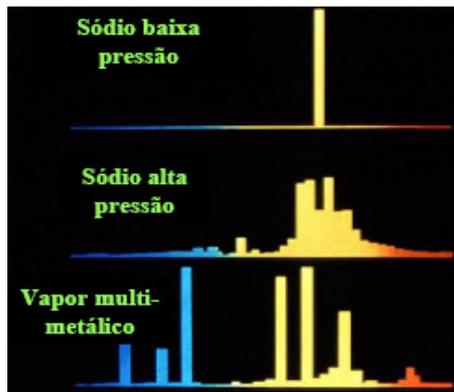


Figura B. 3 Emissão espectral de lâmpdas para Iluminação Pública  
Simpolux 2006 – X simpósio Brasileiro de Iluminação Eficiente –Inmetro

#### B.4.1 Eficiência luminosa de um grupo de lâmpadas

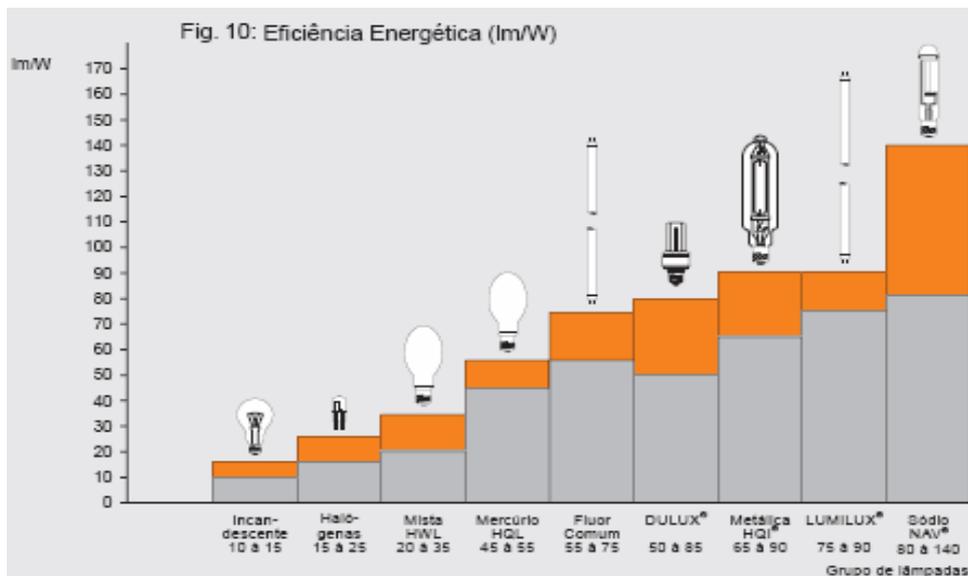


Figura B.4.1 Eficiência luminosa de um grupo de lâmpadas [5]

#### B. 5 Luminância (L)

É por meio da luminância que o ser humano enxerga, a luminância representa a diferença entre as zonas escuras e claras. A luminância é expressa em candela por metro quadrado.

## B.6 Índice de Reprodução de Cores (IRC)

O IRC é o quanto uma fonte de luz artificial (lâmpada) consegue imitar a luz natural. Se pode dizer que 100% considerado em dia claro com luz natural no verão e em torno do meio dia, então quanto mais se aproximar de 100% o IRC de uma fonte de luz artificial, mais próximo da luz natural estará, reproduzindo mais fielmente as cores.

As lâmpadas de vapor de sódio possuem uma baixa reprodução de cores, estando abaixo de 40%, desta forma este tipo de fonte de luz artificial tem um baixo índice de reprodução de cores, no entanto possuem uma excelente eficiência energética.

## B.7 Temperatura de Cor (Kelvin)

A temperatura de cor expressa a aparência da cor de uma fonte de luz, desta forma quanto mais alta for a temperatura de cor em Kelvin mais branca será a luz e quanto mais baixa esta temperatura a cor será de tonalidade amarelada (dourada)

Lâmpada incandescente	Temperatura entre 2.500 a 3000K
Lâmpada Fluorescente	Temperatura entre 5.000 a 6.000K
Lâmpada Vapor de sódio	Temperatura de 2000K
Lâmpada Vapor de multivapores metálicos	Temperatura 5.600k

Tabela 23 Temperatura das lâmpadas em Kelvin [ 3 ]

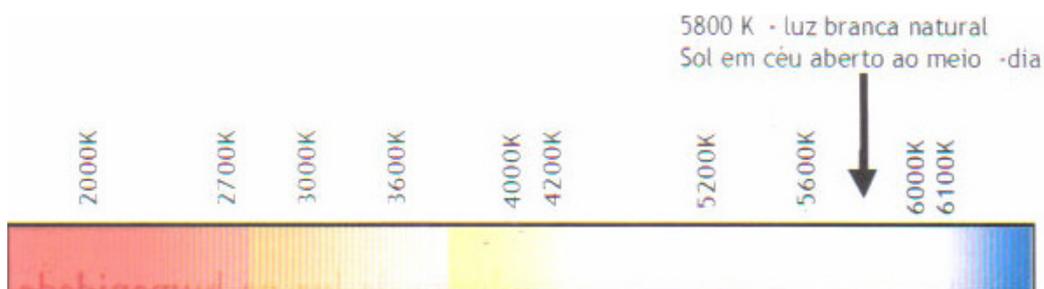


figura B. 5 Temperatura de cor - K [26]

## B.8 Percepção visual (acuidade)

A capacidade do olho humano perceber com nitidez e precisão os objetos. A acuidade está relacionada diretamente com o nível de luminância do objeto, do seu tamanho, da distância até os olhos, do tempo de visão, do contraste entre o objeto e do seu entorno imediato e de perturbações visuais dentro do campo visual.

A diminuição da acuidade está relacionada com a idade do ser humano, ou seja, uma pessoa de 40 anos pode ter reduzida a sua percepção em 10% e esta forte percepção (acuidade) pode ser reduzida a índice de 40% a pessoas com faixa etária de 60 a 80 anos.

## B.9 Duração das lâmpadas mais usadas no sistema de Iluminação Pública.

O conceito de tempo de vida de uma lâmpada é dado em horas e é testado um grande lote de lâmpadas em condições controladas e de acordo com norma.

Tipo de Lâmpada	Vida útil em horas
Lâmpada Mista	6 mil a 10 mil h
Lâmpada V.sódio	24 mil a 28mil h
Lâmpada V.mercúrio	10 mil a 16 mil h
Lâmpada Metálica	10 mil h

Tabela 24 Tempo de vida das lâmpadas [ 5 ]

## B.10 Lâmpada de Indução

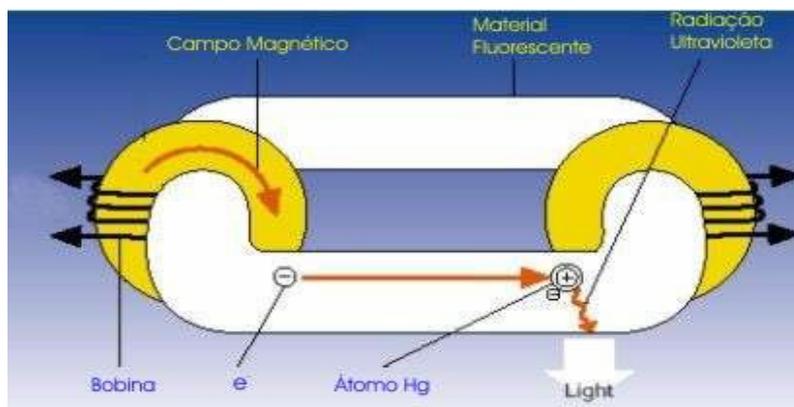


Figura B.10 –funcionamento da lâmpada de indução adaptada [ 26 ]

## B.11 Lâmpada de Enxofre

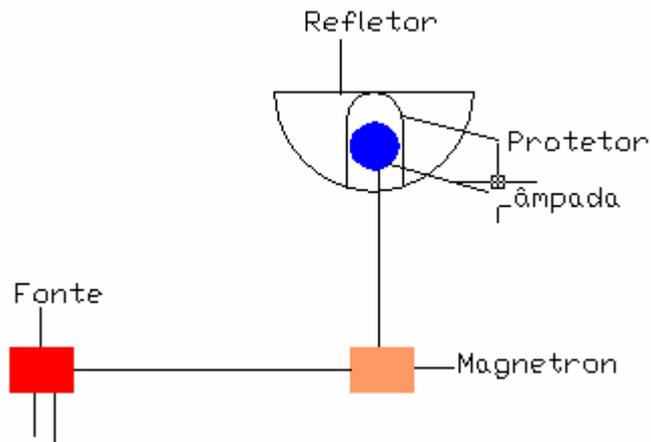


Figura B.11.1 Lâmpada de Enxofre – ligação elétrica

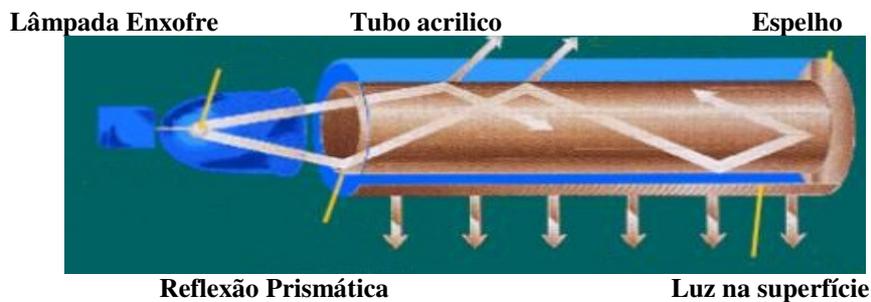


Figura B.11.2 Lâmpada de Enxofre – vista lateral adaptada

## B.12 LEDs

Módulos de LEDs estão substituindo as lâmpadas convencionais. A cor da luz depende do material utilizado em sua composição e varia entre as cores vermelha, amarela, verde e azul. A luz branca pode ser produzida através da mistura das cores azul, vermelha e verde ou através do LED azul com fósforo amarelo. O LED azul proporciona uma excitação do fósforo fazendo com que ele emita luz amarela resultante no final a luz branca.

Tensão de operação varia com o tipo de cor e está entre 2V a 4V, uma corrente de condução de até 70mA com fonte DC.

Dependendo do tipo de cor se obtém em torno de 20 lm/W e a temperatura máxima de operação é de 100 graus centígrados.



**Figura B.12.1 Módulo de Leds [3]**



**Figura B.12.2 Iluminação de passeio [3]**



**Figura B.12.3 Esplanada Riva – Croácia 180 LED cada luminária**

## Anexo C Tópicos e fundamentos de informática

### C.1 Meta Dados

A descrição do banco de dados, segundo um modelo de dados é chamada de meta dados.

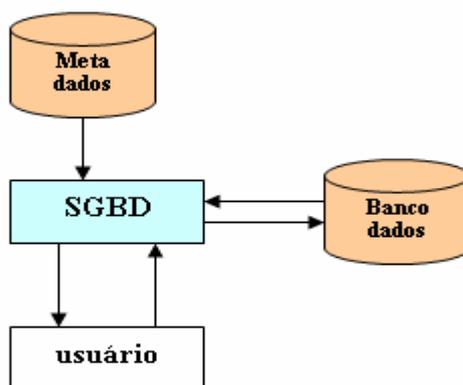


Figura C.1 – descrição do modelo de dados

### C.2 On-line Analytical Processing (OLAP)

Banco de dados multidimensionais (Data Warehouse), que tem como característica a retrospectiva, distribuição de dados, dinâmica a nível de registros. Habilita os usuários a fazerem consultas mais complexas, comparações entre as demandas dos contribuintes solicitadas por regiões, consumo de energia elétrica, etc.

### C.3 GPS

Atualmente, qualquer pessoa consegue se localizar no planeta, com uma precisão que, até pouco tempo, não era imaginada por navegantes e aventureiros. O sofisticado sistema que tornou esse sonho realidade é chamado "G.P.S." - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global). Apesar de ter sido concebido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, no início da década de 1960, sob o nome de "projeto NAVSTAR", o sistema só foi declarado totalmente operacional em 1995. Para o seu funcionamento, 24 satélites órbita da terra a 20.200 km, duas vezes por dia, emitindo simultaneamente sinais de rádio codificados.

A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Os receptores GPS em qualquer parte do mundo mostram a mesma hora, minuto, segundo e milissegundo. A hora-padrão é altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio

atômico. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento. Basicamente, no tocante à pesca, o GPS serve para localizar pesqueiros, pontos de pesca, rotas e, claro, para o seu fim principal a localização de cardumes.

Alguns equipamentos apenas recebem informações de um receptor GPS. Os dados são continuamente enviados para o equipamento acoplado ao receptor, que os utiliza para outras finalidades, tais como: - Mapa dinâmico: o receptor envia a posição para um computador portátil que a visualiza através de um ícone sobre um mapa da região. - Piloto automático: o receptor alimenta continuamente um piloto automático com dados atualizados, que os utiliza para ajustar a direção e permanecer no curso. - Registro automático de dados: transferência dos dados obtidos durante o deslocamento para a memória do equipamento acoplado ao receptor.

O receptor pode também receber dados do computador. Os usos comuns são: - Transferência de pontos, trilhas ou rotas plotados no computador para o receptor. - Transferência dos dados armazenados no receptor para o computador, liberando a memória do receptor. - Transferência das coordenadas de um ponto selecionadas em um mapa na tela de um computador para o receptor. - Plotar pontos no receptor pode ser cansativo devido à ausência de teclado alfa-numérico. Um editor permite a entrada de dados rápida e facilmente. Os dados são digitados no teclado do computador e transferidos depois para o receptor. Outra maneira de plotar os pontos no computador é usar um mapa da área na tela e selecionar os pontos a serem plotados com um mouse. O computador transfere automaticamente as coordenadas dos pontos para o receptor.

Sobre mapas e cartas O conceito de Cartografia tem suas origens na inquietação do ser humano em conhecer o mundo que habita. O vocábulo introduzido em 1839 continha na sua concepção inicial a idéia do traçado de mapas, a despeito de seu significado etimológico - descrição de cartas. Com o passar do tempo, Cartografia passou a significar a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre. A utilização da carta topográfica associada ao GPS é uma poderosa ferramenta de localização e navegação.

Existem receptores de diversos fabricantes disponíveis no mercado, desde os portáteis - pouco maiores que um maço de cigarros, que custam pouco mais de 100 dólares -, até os sofisticados computadores de bordo de aviões e navios, passando

pelos que equipam muitos carros modernos. Além de receberem e decodificarem os sinais dos satélites, os receptores são verdadeiros computadores que permitem várias opções de: referências; sistemas de medidas; sistemas de coordenadas; armazenagem de dados; troca de dados com outro receptor ou com um computador; etc. Alguns modelos têm mapas muito detalhados em suas memórias. Uma pequena tela de cristal líquido e algumas teclas possibilitam a interação entre receptor e usuário. Principais características de um receptor - Permitem armazenar pontos em sua memória, através de coordenadas lidas em uma carta, obtidas pela leitura direta de sua posição ou através de reportagens ou livros especializados que as publiquem. - Os pontos plotados na memória podem ser combinados formando rotas que, quando ativadas, possibilitam que o receptor analise os dados e informe, por exemplo: tempo, horário provável de chegada e distância até o próximo ponto; tempo, horário provável de chegada e distância até o destino; horário de nascer e do por do sol; rumo que se deve manter para chegar ao próximo ponto da rota e muito mais. A função ROTA é importante porque permite que o receptor guie o usuário do primeiro ponto ao próximo e assim sucessivamente até o destino. Quando se atinge um ponto, o receptor busca o próximo - sem a interferência do operador - automaticamente. A função GO TO é similar, sendo o ponto selecionado o próprio destino. - Grava na memória seu deslocamento, permitindo retrazar seu caminho de volta ao ponto de partida [35].

#### C.4 Algoritmo ID3 (aplicado a árvore de decisão)

O sistema ID3 (Itemized Dichotomizer 3), foi desenvolvido em 1979[47] , é um série de uma série de programas projetados a partir do seu precursor, o sistema CLS (Concept Learning System) de Hunt. São sistemas de aprendizagem para tarefas de classificação a partir de modelos. Estes sistemas têm como característica em comum a representação do conhecimento adquirido como árvore de decisão, em que são construídas começando da sua raiz e procedendo até as suas folhas. A estrutura básica do ID3 é iterativa. Um subconjunto do conjunto de treinamento chamado janela é ao acaso escolhido (randomicamente) e uma árvore de decisão a partir deste é formada e esta árvore classifica corretamente todos os objetos da janela.

Se a árvore fornece a resposta correta para todos os objetos e está também correta para todo o conjunto de treinamento desta forma o processo se encerra.

Se não, uma seleção dos objetos incorretamente classificados é adicionada a janela e o processo continua, gerando uma nova árvore. A evidência empírica sugere que uma árvore de decisão correta normalmente seja encontrada mais depressa por método iterativo, uso de uma janela, que lê formação de uma árvore diretamente de todo o conjunto de treinamento.

Modelo de aplicação do algoritmo ID3 associado ao algoritmo CLS e objetivo é a geração de uma árvore que faça a classificação dos objetos em duas classes: as classes positivas e as classes negativas [75].

**Primeira: descrição das variáveis**

**C=Conjunto de elementos**

**r=Total de atributos possíveis distintos do atributo A**

**A=Um atributo sendo uma possível raiz (teste)**

**P=Positivo**

**N=Negativo**

**Início do algoritmo CLS**

**1- SE todos os elementos em C são positivos**

**ENTÃO criar um nó P e parar**

**SE NÃO**

**SE todos os elementos em C são negativos ENTÃO**

**Criar um nó N e parar**

**SE NÃO**

**Selecione (usando critérios heurísticos) um atributo A,**

**Com vos valores  $A_1, A_2, \dots, A_r$  e cria um nó de decisão**

**(teste/raiz).**

**2- Divida os elementos do conjunto de treinamento C em subconjuntos  $C_1, C_2, \dots, C_r$  de acordo com os valores de A.**

**3-Aplique o algoritmo recursivamente para cada um dos conjuntos de  $C_i$**

**Fim**

**Início do algoritmo ID3**

**Tem W = subconjunto do conjunto de treinamento chamado janela.**

**1- Selecione randomicamente um subconjunto de tamanho W do conjunto inteiro (completo) dos elementos de treinamento C.**

**2-Aplicar o algoritmo CLS para formar a árvore de decisão para a janela**

3-Verifique se a árvore de decisão classifica corretamente os demais objetos do conjunto de treinamento, procurando os objetos incorretamente classificados :

4-SE existirem alguns objetos incorretamente classificados

ENTÃO inserir alguns deles dentro do conjunto janela e repetir o Passo 2

SE NÃO parar e mostrar a última árvore de decisão.

Fim.

O algoritmo CLS é uma sub-rotina do algoritmo ID3. O algoritmo ID3 para a formação da árvore de decisão trabalha em profundidade, com uma estratégia de busca top down [52].

## C. 5 Ferramentas para tratamento dos problemas de associação

Vários sistemas para a realização da descoberta do conhecimento vêm sendo desenvolvidos, entre estes podemos citar o software no âmbito acadêmico que é o Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), é um dos mais populares. O Weka é um software livre para a realização da mineração de dados (KDD), em que é fornecida uma ampla biblioteca de classes em linguagem Java relativas a vários algoritmos e com suporte a vários problemas de mineração de dados.

### C.5.1 Software Weka

Procedimentos para trabalhar com a ferramenta Weka na geração de árvore de decisão.

#### C.5.1.1-Construção do conjunto de dados

No Notepad criar o conjunto de dados BDGEIP.arff

@relation lampada
@attribute endereco {pe, po, cc}
@attribute inibe {ia, id, ie}
@attribute idade {menor, maior}
@attribute lampada {troca, aumento, instala}
@attribute classe {a, b, c}
@attribute instrucao {primog, segundog, superior, sincompleto}
@attribute conducao {sim,nao}
@attribute casa_propria {sim, nao}
@attribute aposentado {sim, nao}

@attribute regioao {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}
@attribute pol_assalto {s,n}
@attribute pol_estupros {s,n }
@attribute pol_drogas {s,n }
@attribute pol_roubo_carro {s,n}
@attribute escola_municipal {s,n}
@attribute escola_estadual {s,n}
@attribute escola_particular {s,n}
@attribute universidade {s,n}
@attribute posto_de_saude {s,n}
@attribute hospital {s,n}
@attribute lamp<=150w {y,neine}
@attribute lamp>150<=250w {y,nein}
@attribute lamp>250<=400w {y,nein}
@data
pe,ia, maior,troca,c,primog,nao,nao,nao,2,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,nein
po,ia, menor,instala,b,segundog,sim,nao, nao,9,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,nein,nein
pe,id, maior,troca,c,primog,sim,sim, nao,3,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,nein
cc,ia, maior,troca,b,superior,sim,nao, nao,5,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,nein,y,y
po,ia, maior,troca,b,superior,sim,sim, nao,3,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,nein,y,nein
cc,ia, maior,troca,b,superior,sim,nao, nao,5,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,nein,y,y
pe,id, maior,troca,b,primog,sim,nao, nao,5,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,nein,y,y
po,ia, maior,troca,a,sincompleto,nao,sim, nao,2,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,nein
cc,ia, maior,troca,b,primog,sim,sim,sim,4,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,neine,y,nein
pe,ia, maior,troca,c,primog,sim,sim, nao,1,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,y
pe,ia, menor,troca,c,primog,nao,nao, nao,4,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,nein
pe,ia, menor,troca,c,primog,nao,nao,sim,4,n,n,n,n,n,n,n,n,n,n,y,y,nein

### C.5.1.2-Trabalhar no ambiente do Software Weka

2.1 Carregar o arquivo lâmpada no ambiente Weka, botão Open (separador preprocess), selecionar o arquivo inibidores e logo após clicar em OK podemos visualizar um sumário de atributos.

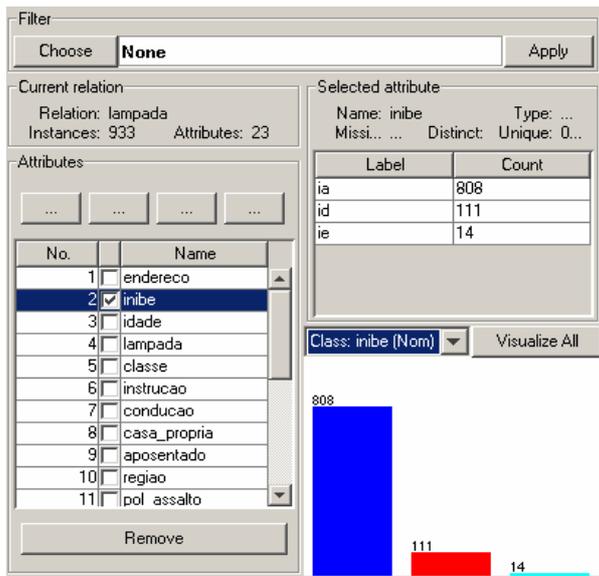


Figura C.5.1 – Tela software Weka

3- A elaboração de uma árvore clicar no botão Classify

4- Na caixa de diálogo classifier se escolhe o método para construção de um modelo de classificação.

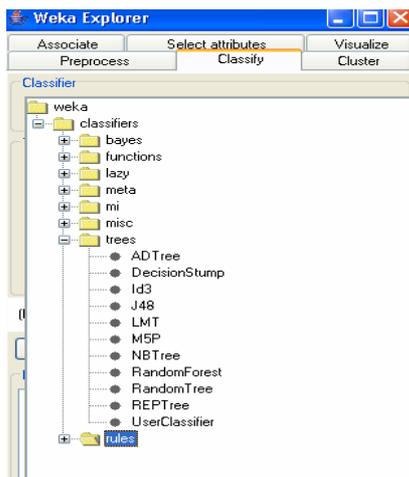


Figura C.5.2 – Tela Weka classifier j48

5- Clicar na pasta trees opção J48

6- Clicar em Use training set

7- Selecionar item inibe e logo após clicar em start

```

Number of Leaves :      54

Size of the tree :      89

Time taken to build model: 0.14 seconds

=== Evaluation on training set ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      1073      82.5385 %
Incorrectly Classified Instances     227      17.4615 %
Kappa statistic                     0.7272
Mean absolute error                  0.1613
Root mean squared error              0.284
Relative absolute error              37.515 %
Root relative squared error          61.2519 %
Total Number of Instances           1300

```

Figura C.5.3 Weka –obtenção árvore decisão

### --Matrix confusion-

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.677	0.062	0.75	0.677	0.712	0.938	troca
0.857	0.048	0.915	0.857	0.885	0.969	aumento
0.874	0.163	0.788	0.874	0.829	0.934	instala

=== Confusion Matrix ===

```

  a   b   c  <-- classified as
189   8  82 |  a = troca
 27 418  43 |  b = aumento
 36  31 466 |  c = instala

```

### C.5.2 Ferramentas comerciais

Software de Mineração de dados para uso comercial, que permite o pós-processamento das regras de associação, com recursos de visualização, dentre estes sistemas podemos citar o software IBM Intelligent Miner, Mineset e IBM Quest.

## ANEXO D - Dados Socioeconômicos

### D.1 Dados Regionais da Cidade de Gravataí

Região 1 e 11 - Moradas	Região 2 e 12 - São Geraldo	Região 3 e 13 - Parque Florido
Águas Claras Antônio Carlos Jobim Dona Helena Estrela do Mar Ipiranga Jardim Esplanada Loteamento Reselaine Loteamento Soster Monte Claro Morada do Vale I Morada do Vale II Morada do Vale III Parque Garibaldi Parque Residencial Quinta do Sol Residencial Rondon	Barnabé Bonsucesso Caiu do Céu João Paulo II Lindolfo José de Vargas Parque dos Eucaliptos Parque Garibaldi Planaltina São Geraldo Vera Cruz Vila Branca	Vila Elisa São Vicente Santa Fé Central Cruzeiro I Cruzeiro II Parque Olinda São Luiz Bom Fim Bom Princípio São JudasTadeu Vila Rica Novo Mundo Parque do Sol Parque Florido Campos da Fazenda

Região 4 e 14 - Cohab	Região 5 e 15 - Centro	Região 5 e 15 - Centro
Cohab A Cohab B Cohab C Vila Província Vila São Jerônimo Vila Marrocos Boa Vista Monte Belo Major Benfica Nossa Chácara Vila São Francisco	Paraíso Afonso de Jesus Altos da Boa Vista Auxiliadora Balduino Bela Vista Búzios Castelo Branco Centro Conceição D. Feliciano D. Antonieta D. João Becker Everest Flamboyant Guaianuba Isalino B. Oliveira Janaína Jansen Jaqueline Jardim da Figueira N.S. Lourdes Natal I Natal II	Nova Conquista Nova Esperança Nova Santa Cruz Oriçó Paradiso Parque Ely Passo das Canoas Passo das Pedras Passo dos Funcionários Renascença Salgado Filho Santa Cruz Santa Cruz II Santa Helena Santa Luzia São João São José União Vila Aliança Vila Angélica Vila Nara Vila São José Vidroquímica

<b>Região 6 - Parque dos Anjos</b>	<b>Região 7 - Barro Vermelho</b>	<b>Região 8 - Morungava</b>
<b>Condado Del Rei</b> <b>D. Idalina</b> <b>D.Mercedes</b> <b>Granville</b> <b>Jardim das Palmeiras</b>  <b>Lot. Bela Vista</b> <b>Lot. Da Lagoa</b> <b>Lot. Sta. Rita de Cássia</b> <b>Mato Alto</b> <b>Morada Gaúcha</b> <b>P.Ind.Gravataiense</b> <b>Paragem dos Verdes Campos</b> <b>Parque dos Anjos</b> <b>Parque Girassol</b> <b>Parque Sinimbu</b> <b>Passo dos Ferreiros</b> <b>Passo dos Negros</b> <b>Sítio do Pica Pau Amarelo</b> <b>Sítio do Sobrado</b> <b>Sítio Gaúcho</b>	<b>Barro Vermelho</b> <b>Bosques do Sul</b> <b>Cond. Guadalajara</b> <b>Estância Timbaúva</b> <b>Estrada do Xará</b> <b>Granjas do Alto</b> <b>Gravataí</b> <b>Jardim das Acácias</b> <b>Jardim do Cedro</b> <b>Padre Réus</b> <b>Parque Itatiaia</b> <b>Passo da Taquara</b> <b>Passo do Pinto</b> <b>Passo do Portãozinho</b> <b>Residence Parque</b> <b>Sagrada Família</b> <b>Santa Cecília</b> <b>Sol Nascente</b> <b>Vila Cledi</b> <b>Vila Imperial</b> <b>Vila Neila</b>	<b>Alto Peru</b> <b>Altos da Colina</b> <b>Bela Vista</b> <b>Boa Vista</b> <b>Cadiz</b>  <b>Cerro Azul</b> <b>Elo Perdido</b> <b>Estrada do Xará</b> <b>Estrada Rincão Madalena</b> <b>Fazenda Conceição</b> <b>Fazenda Vargas</b> <b>Granada</b> <b>Las Palmas</b> <b>Lot. São Pedro</b> <b>Lot. Adelaide</b> <b>Mato Fino</b> <b>Moinho Velho</b> <b>Montanha do Sossego</b> <b>Morungava-Centro</b> <b>Passo do Adão</b> <b>Passo do Portãozinho</b> <b>Pituva</b>  <b>Recanto Morungava</b> <b>Rincão Natureza</b> <b>Santa Cruz</b> <b>Santo Inácio</b> <b>Serra Azul</b> <b>Vira Macha</b>

<b>Região 9 - Itacolomi</b>	<b>Região 10 - Ipiranga</b>	<b>Região 10 - Ipiranga</b>
<b>Alvorada</b> <b>Beco do Pavão</b> <b>Campestre</b> <b>Costa Verde</b> <b>Estância Antiga</b> <b>Jardim dos Alpes</b> <b>Jardim Suíço</b> <b>Monteville</b> <b>Morro Itacolomi</b> <b>Novo Mundo</b> <b>Palermo</b> <b>Parque Pioneiro</b> <b>Por do Sol</b>	<b>Recanto da Corcunda</b> <b>Recanto Itacolomi</b> <b>Recanto Verde</b> <b>Res. Itacolomi</b> <b>Rosa Maria Estrada Pauluzzi</b> <b>Rural Itacolomi</b> <b>Santo Antônio</b> <b>São Cristóvão</b> <b>São Marcos</b> <b>Sertanejo</b> <b>Sítio Paquetá</b> <b>Val Paraíso</b> <b>Vila Neópolis</b>	<b>Costa do Ipiranga</b> <b>Miraflores</b> <b>Morro Agudo</b> <b>Ponta Grossa</b> <b>Porteira do Ipiranga</b> <b>Refúgio da Coxilia</b> <b>Santa Tecla</b> <b>Três Coxilia</b> <b>Verdes Pampas</b>

Tabela 25 Bairros da Cidade de Gravataí [ 74 ]

## D.2 Localização geográfica das regiões em Gravataí

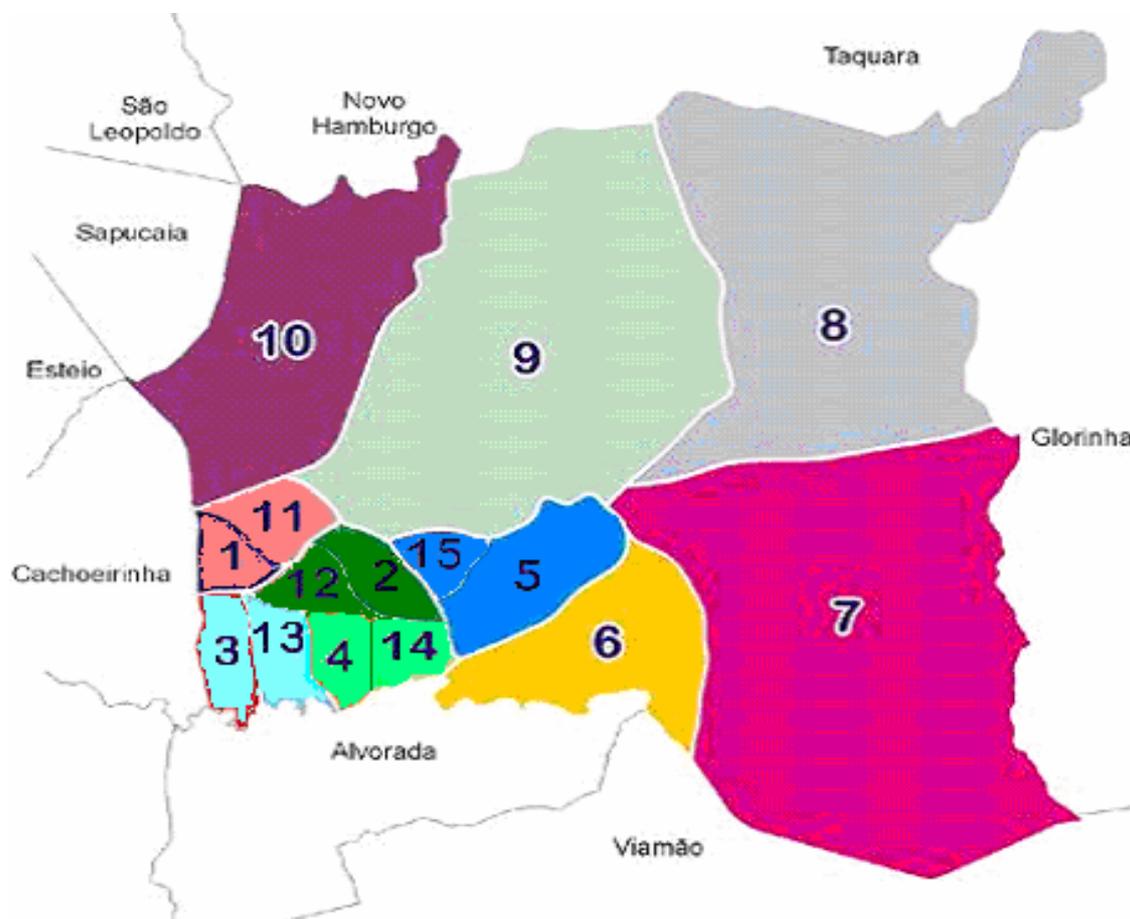


Figura D.2.1 Localização Geográfica da Cidade de Gravataí [74]

## D.3 Critério de Classificação Econômica do Brasil

Este critério foi estabelecido pelo instituto de pesquisa e fez estratificação de sete classes sociais no Brasil, que foram geradas através de pontuação. A classe de maior pontuação é a classe A1 e somente 1% da população brasileira pertence a esta classe. A classe E é a de menor pontuação e 4% da população brasileira esta contida nesta classe como podemos visualizar na tabela 24 de classes sociais.

Classe	Pontos	Total Brasil (%)
A1	30 - 34	1
A2	25 - 29	5
B1	21 - 24	9
B2	17 - 20	14
C	11 - 16	36
D	06 - 10	31
E	0 - 5	4

Tabela 26 Classes sociais [82][83]

### D.3.1 Estratificação social nas grandes capitais brasileiras

Nesta tabela foi feita a pesquisa em nove grandes capitais do Brasil e o Distrito Federal a classe A1 ficou acima da média brasileira, ou seja, 3% das pessoas mais ricas do país. A classe A2 também foi a que teve o maior percentual de todas as capitais. Na grande Porto Alegre a classe social que esta acima da média brasileira é a classe B1, bem como a classe C, como podemos visualizar na tabela 55 da estratificação social.

Classe	Total Brasil	Gde Fort	Gde Rec	Gde Sal	Gde BH	Gde RJ	Gde SP	Gde Cur	Gde POA	DF
A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
A2	5	4	4	4	5	4	6	5	5	9
B1	9	5	5	6	8	9	10	10	7	9
B2	14	7	8	11	13	14	16	16	17	12
C	36	21	27	29	38	39	36	36	38	34
D	31	45	42	38	32	31	28	28	28	28
E	4	17	14	10	4	3	5	5	5	4

Tabela 27 – Estratificação social [82][83]

### D.3.2 Renda familiar das classes sociais

Nesta tabela 28 poderemos visualizar a renda familiar correspondente a cada classe social, de acordo com a pesquisa realizada no ano de 2001

Classe	Pontos	Renda média familiar (R\$)	Classe Social *
A1	30 a 34	7.793,00	Média alta
A2	25 a 29	4.648,00	Média alta
B1	21 a 24	2.804,00	Média
B2	17 a 20	1.669,00	Média
C	11 a 16	927,00	Baixa
D	6 a 10	424,00	Baixa
E	0 a 5	207,00	Baixa

Tabela 28 Renda Familiar por classes adaptada para MD [82][83]

### D.3.3 Procedimentos utilizados para a estratificação social.

Um dos critérios utilizado pelo instituto de pesquisa está relacionado com o grau de instrução do chefe de família e podemos visualizar através da tabela 29 de grau de instrução.

Grau Instrução Chefe de Família	Pontos
Analfabeto/Primário incompleto	0
Primário completo/Ginásial incompleto	1
Ginásial completo/Colegial incompleto	2
Colegial completo/Superior incompleto	3
Superior completo	5

Tabela 29 – Grau de instrução [82][83]

Outro critério adotado pelo instituto de pesquisa está relacionado com a quantidade de aparelhos eletrodomésticos, empregada doméstica mensalista, a quantidade de banheiros existentes na residência e se possui automóvel. O automóvel deve ser o veículo de passeio, ou seja, não ser utilizado para o sustento da família, como por exemplo, táxi, como se pode visualizar na tabela sistema de pontuação de bens.

	Sistema de pontos				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	2	3	4	5
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	2	3	4	4
Automóvel	0	2	4	5	5
Empregada mensalista	0	2	4	4	4
Aspirador de pó	0	1	1	1	1
Máquina de lavar	0	1	1	1	1
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	2	2	2	2
Freezer	0	1	1	1	1

Tabela 30 Sistema de pontos para bens [82] [83]

## **ANEXO E – Certificações**

### **E. 1 – INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia**

**Dentre as suas principais atribuições, Gerenciamento dos Sistemas Brasileiros de Credenciamento de Laboratórios de Calibração, Ensaios, Organismos de Certificação e de Inspeção, Fiscalização e Verificação dos Instrumentos de medições, Supervisão de Emissão de Regulamentos Técnicos no âmbito governamental, entre outras.**

### **E. 2 – CERTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA**

**É validação da conformidade dos produtos em relação às normas técnicas, quando sua utilização pode comprometer a segurança ou a saúde do consumidor. No Brasil ela exige que os reatores eletromagnéticos e eletrônicos nacionais ou importados sejam certificados (selo do Inmetro).**

### **E. 3 PROCEL**

**Programa do Governo Federal voltado para o Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, tanto no lado da produção quanto no consumo, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços. Criado em dezembro de 1995 e implantado no ano seguinte, o Procel é coordenado pelo Ministério das Minas e Energia, cabendo à Eletrobrás o controle de sua execução. Adquirindo produtos com o selo “Procel”, além de estar diminuindo o consumo, o cliente estará também lutando contra o desperdício de energia elétrica sem perder a eficiência e qualidade.**

### **E. 4 INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)**

**A IEC é uma federação mundial, integrada por Organismos Nacionais de Normalização, contando com um representante por país, atuando especificamente na normalização internacional no campo da eletricidade, eletrônicos e relacionados. A IEC atua desde 1906 e contém mais de cinquenta países.**

## **E. 5 ABNT**

**Fundada em 1940, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.**